



Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

ZÜRICH.

Redigirt

von

Dr. Rudolf Wolf,
Prof. der Astronomie in Zürich.

Vierzehnter Jahrgang.

Zürich,
Druck von Zürcher und Furrer.
1869.

Inhalt.

			Geb. Jahr.	Aufn. Jahr.	Eint. in's Comite.
26.	Hr.	Kölliker, A., Dr. Pr., in Würzburg (abs.)	1817	1841	1843
27.	-	Kohler, J. M., Lehrer am Seminar .	1812	1841	—
28.	-	Meier-Hofmeister, J. C., M. Dr. .	1807	1841	1866
29.	-	v. Muralt, L., M. Dr. . . .	1806	1841	1865
30.	-	Koch, Ernst, Färber	1819	1842	—
31.	-	Nüscheler, A., alt Rechenschreiber .	1811	1842	1855
32.	-	Zeller-Zundel, A., Landökonom .	1817	1842	—
33.	-	Denzler, H., Ingenieur (abs.) . .	1814	1843	1850
34.	-	Wild, J., Professor	1814	1843	—
35.	-	Ziegler, M., Geograph in Winterthur	1801	1843	1867
36.	-	Vogel, Apotheker	1816	1844	—
37.	-	Escher, J., Dr., Oberrichter . .	1818	1846	1866
38.	-	Menzel, A., Professor . . .	1810	1847	1857
39.	-	Meyer, H., Dr. Professor . . .	1815	1847	1862
40.	-	Schäppi, R., Statthalter in Horgen .	1827	1847	—
41.	-	Frey, H., Dr. Professor . . .	1822	1848	1853
42.	-	Denzler, W., Privatdocent . .	1811	1848	—
43.	-	Vögeli, F., Dr. (abs.) . . .	1825	1848	—
44.	-	Goldschmid, J., Mechaniker . .	1815	1849	—
45.	-	Amsler, K., Dr. Prof. in Schaffh. (abs).	1823	1851	—
46.	-	Gastell, A. J., Dr. Professor . .	1822	1851	—
47.	-	v. Planta, A., Dr. in Reichenau (abs).	1820	1852	—
48.	-	Siber, G., Kaufmann . . .	1827	1852	—
49.	-	Städeler, Dr., Professor . . .	1821	1853	1860
50.	-	Cloetta, A. L., Dr. Professor . .	1828	1854	—
51.	-	Rahn-Meier, Med. Dr. . . .	1828	1854	—
52.	-	Pestalozzi, Herm., Med. Dr. . .	1826	1854	1857
53.	-	Stöhr, Mineralog	1820	1854	—
54.	-	Hug, Oberl. d. Math. . . .	1822	1854	—
55.	-	Schindler-Escher, C., Kaufmann .	1828	1854	—
56.	-	Sidler, Dr., Professor in Bern (abs).	1831	1855	—
57.	-	Bolley, P., Dr. Professor . . .	1812	1855	1860
58.	-	Ortgies, Obergärtner . . .	1829	1855	—
59.	-	Culmann, Professor	1821	1855	1866
60.	-	Zeuner, G., Dr. Professor . .	1828	1856	1860
61.	-	Cramer, C. E., Dr. Professor . .	1831	1856	1860
62.	-	Escher im Brunnen, C. . . .	1831	1856	1858
63.	-	Keller, Obertelegraphist . .	1809	1856	—

			Geb. Jahr.	Aufn. Jahr.	Eint. in's Comite.
64.	Hr.	Ehrhard, G., Fürsprech . . .	1812	1856	—
65.	-	Kronauer, J. H., Professor . .	1822	1856	—
66.	-	Durège, Dr., Prof. in Prag (abs.) .	1821	1857	—
67.	-	Stocker, Professor	1820	1858	—
68.	-	Pestalozzi-Hirzel, Sal. . . .	1812	1858	—
69.	-	Renggli, A., Lehr. a. d. Thierarznsch.	1827	1858	—
70.	-	Horner, F., Dr., Professor . .	1831	1858	—
71.	-	Wislicenus, J., Dr., Professor .	1835	1859	1866
72.	-	Pestalozzi, Karl, Oberst, Prof. .	1825	1859	—
73.	-	Frey, Med. Dr.	1827	1860	—
74.	-	Widmer, Director	1818	1860	—
75.	-	Billroth, Dr., Prof. in Wien (abs.) .	1829	1860	—
76.	-	Orelli, Professor	1827	1860	—
77.	-	Graberg, Fr., Assist. f. Meteor. .	1836	1860	—
78.	-	Kenngott, Ad., Dr. Professor .	1818	1861	1868
79.	-	Mousson-May, R. E. H. . . .	1831	1861	—
80.	-	Goll, Fr., Med. Dr. . . .	1828	1862	—
81.	-	Lehmann, Fr., Med. Dr. . .	1825	1862	—
82.	-	Ott, Fr. Sal., a. Regier.-Rath .	1813	1862	1863
83.	-	Ernst, Theodor, Opticus . .	1826	1862	—
84.	-	Bürkli, Fr., Zeitungsschreiber .	1818	1862	—
85.	-	Christoffel, Dr., Prof. in Berlin (abs.)	1829	1862	—
86.	-	Schwarzenberg, Philipp, Dr. .	1817	1862	—
87.	-	Hotz, J., Staatsarchivar . . .	1822	1862	—
88.	-	Studer, H., Regierungsrath . .	1815	1863	—
89.	-	Huber, E., Ingenieur . . .	1836	1863	—
90.	-	Reye, C. Th., Dr. phil., Prof. . .	1838	1863	—
91.	-	Kym, Professor	1823	1863	—
92.	-	Suter, H., Seidenfabrikant . .	1841	1864	—
93.	-	Rambert, Professor . . .	1830	1864	—
94.	-	Kopp, J. J., Prof. d. Forstw. .	1819	1864	—
95.	-	Bach, Dr. Med.	1810	1864	—
96.	-	Mühlberg, Prof. in Aarau (abs.) .	1840	1864	—
97.	-	Wesendonck, Kaufmann . . .	1815	1864	—
98.	-	Piccard, Jul., Dr. Professor in Basel (abs.)	1840	1864	—
99.	-	Baltzer, Dr. phil., Lehrer der Chemie an der Kantonsschule . .	1842	1864	—

			Geb. Jahr.	Aufn. Jahr.	Eint. in's Comite.
100.	Hr.	Wettstein, Heinr., Lehrer an den Stadtschulen	1831	1864	—
101.	-	Stüssi, Heinr., Sekundarlehrer in Horgen	1842	1864	—
102.	-	Meyer, Arnold	1844	1864	—
103.	-	Fritz, Lehrer am Polytechnikum	1830	1865	—
104.	-	Ernst, Fr., Dr. Med., früher Prof. an der Universität	1828	1865	—
105.	-	Lommel, Eug., Dr. Professor (abs.)	1837	1865	—
106.	-	Eberth, Carl Jos., Dr. Professor	1835	1865	—
107.	-	Poezl, Lehrer in Baden (abs.)	1836	1865	—
108.	-	Schinz-Vögeli, Rud., Eisenhändler	1829	1865	—
109.	-	Stockar-Escher, Hans, Kaufm.	1811	1866	—
110.	-	Egli, Joh. Jakob., Dr. phil.	1825	1866	—
111.	-	Weith, Wilh., Dr. phil. Privatdoz. an der Univ.	1844	1866	—
112.	-	Ris, Ferd., Dr. med.	1839	1866	—
113.	-	Weilenmann, Assistent an der Sternwarte	1843	1866	—
114.	-	Rüegg, H., Dr. med., a. Nationalrath	1801	1867	—
115.	-	Fiedler, Wilh., Dr. Professor	1832	1867	—
116.	-	Merz, Victor, Dr. phil., Privatdoc. am Polytechnikum	1839	1867	—
117.	-	Gusserow, A., Dr. med., Professor	1836	1868	—
118.	-	Rose, E., Dr. med., Professor	1836	1868	—
119.	-	Schoch, G., Dr. med.	1833	1868	—
120.	-	Kundt, Aug., Dr. Professor	1839	1868	—
121.	-	Labhart, Jak., Erzieher in Männedorf	—	1868	—
122.	-	Hermann, Dr. Professor	—	1868	—
123.	-	Bürkli, Arnold, Stadt-Ingenieur	1833	1869	—
124.	-	Escher-Hotz, Emil, Fabrikbesitzer	1817	1869	—
125.	-	Meyer, G. A., Assistent an der meteorologischen Central-Anstalt	1845	1869	—
126.	-	Schwarz, Dr. Professor	—	1869	—
127.	-	Tuchschmid, Assistent am chem. techn. Laboratorium	—	1869	—

b. Ehrenmitglieder.

		Name	Geb.	Aufn.
1.	Hr.	Conradi v. Baldenstein	1784	1823
2.	-	Godet, Charles, Prof., in Neuchâtel	1797	1830
3.	-	Kottmann in Solothurn	1810	1830
4.	-	Agassiz, Professor in Boston	1807	1831
5.	-	Schlang, Kammerrath in Gottroy	—	1831
6.	-	Kaup in Darmstadt	—	1832
7.	-	De Glard in Lille	—	1831
8.	-	Herbig, M. Dr., in Göttingen	—	1832
9.	-	Alberti, Bergrath, in Rottweil	1795	1838
10.	-	Schuch, Dr. Med., in Regensburg	—	1838
11.	-	Wagner, Dr. Med., in Philadelphia	—	1840
12.	-	Murray, John, in Hull	—	1840
13.	-	Müller, Franz. Dr., in Altorf	1805	1840
14.	-	Gomez, Ant. Bernh., in Lissabon	—	1840
15.	-	Baretto, Hon. Per., in Guinea	—	1840
16.	-	Filiberti, Louis auf Cap Vert	—	1840
17.	-	Kilian, Prof., in Mannheim	—	1843
18.	-	Tschudi, A. J. v., Dr., in Wien	—	1843
19.	-	Passerini, Professor in Pisa	—	1848
20.	-	Coulon, Louis, in Neuchâtel	1804	1850
21.	-	Stainton, H. T., in London	1822	1856
22.	-	Tyndall, J., Prof. in London	1820	1858
23.	-	Wanner, Consul in Havre	—	1860
24.	-	Hirn, Adolf, in Logelbach bei Colmar	1815	1863
25.	-	Breithaupt, Prof. und Oberbergrath in Freiberg	1791	1863
26.	-	Martins, Prof. der Bot. in Montpellier	1806	1864
27.	-	Zickel, Artill. Capitain und Direct. der artes. Brunnen Algeriens	—	1864
28.	-	Hardi, Direct. du jard. d'Acclimat. au Hamma près Alger	—	1864
29.	-	Nägeli, Carl, Dr. phil., Prof. in München	1817	1866
30.	-	Pictet de la Rive, Prof., Mitglied des schweiz. Schulrathes, in Genf	—	1867
31.	-	Studer, Bernh., Prof. Dr. Mitglied des schweiz. Schulrathes, in Bern	1794	1867
32.	-	Clausius, R., Dr. Professor in Würzburg	1822	1869
33.	-	Fick, Ad., Dr. Professor in Würzburg	1829	1869

c. Correspondirende Mitglieder.

			Geb.	Aufn.
1.	Hr.	Dahlbom in Lundt	—	1839
2.	-	Ruepp, Apotheker in Sarmenstorf . .	1820	1856
3.	-	Stitzenberger, Dr. in Konstanz . . .	—	1856
4.	-	Brunner-Aberli in Rorbas	—	1856
5.	-	Laharpe, Philipp, Dr. M. in Lausanne .	1830	1856
6.	-	Labhart, Kfm. in St. Gallen	—	1856
7.	-	Bircher, Grosskaplan in Viesch . . .	1806	1856
8.	-	Cornaz, Dr., in Neuchâtel	1825	1856
9.	-	Tscheinen, Pfarrer in Grächen . . .	1808	1857
10.	-	Girard, Dr., in Washington	—	1857
11.	-	Graeffe, Ed., Dr. auf den Freundsch. Ins.	1833	1860
12.	-	Claraz, Dr. in Buenos-Ayres	—	1860

Vorstand und Commissionen

der

naturforschenden Gesellschaft in Zürich

(26. April 1869).

---

a. Vorstand.

		Gewählt oder bestätigt
Präsident:	Herr Bolley, P., Dr. Professor . .	1869
Vicepräsident:	- Wislicenus, J., Dr. Professor .	1869
Quästor:	- Escher, Caspar	1864
Bibliothekar:	- Horner, J., Dr., Bibliothekar .	1837
Actuar:	- Cramer, C., Dr. Professor . .	1866

b. Comité.

(Siehe das Verzeichniss der ordentlichen Mitglieder.)

c. Oeconomie-Commission.

1.	Herr	Nüscheler, alt Rechenschreiber .	9. Nov. 1868
2.	-	Ulrich, Professor	» »
3.	-	Pestalozzi, Ad., Banquier . .	» »
4.	-	Meyer-Ahrens, Dr.	» »
5.	-	Escher, Casp., im Brunnen . .	» »

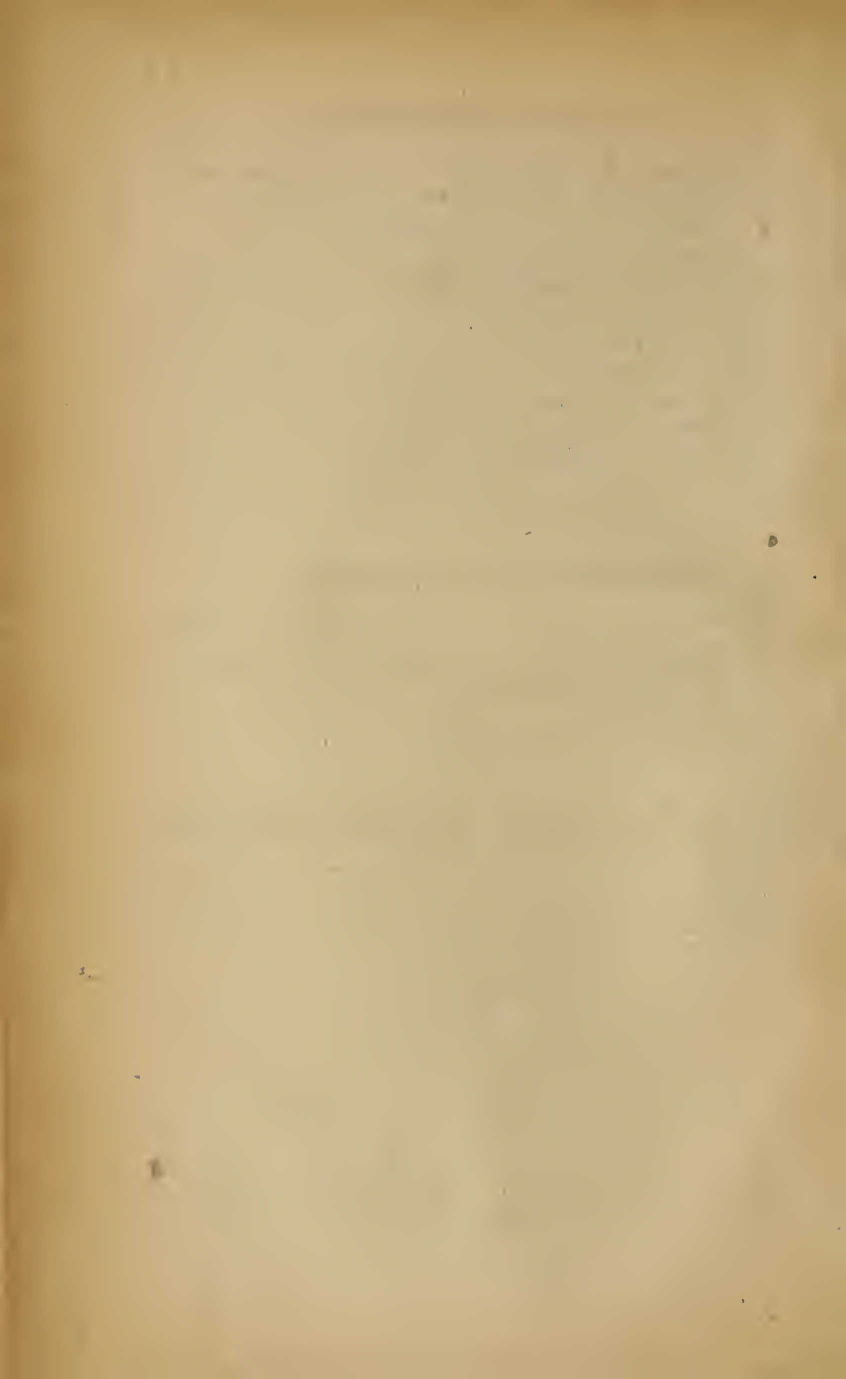
d. Bücher-Commission.

		Gewählt oder bestätigt
1.	Herr Horner, Dr., Bibliothekar . .	9. Nov. 1868
2.	- Mousson, Professor . . .	» »
3.	- Escher von der Linth, Professor .	» »
4.	- Stockar-Escher, Bergrath . .	» »
5.	- Weiss, alt Zeughausdirektor .	» »
6.	- Städeler, Professor . . .	» »
7.	- Heer, Professor	» »
8.	- Frey, Professor	» »
9.	- Meyer, Professor	» »
10.	- Menzel, Professor . . .	» »
11.	- Zeuner, Professor . . .	» »
12.	- Wolf, Professor	» »
13.	- Kenngott, Professor . . .	» »

e. Neujahrstück-Commission.

1.	Herr Mousson, Professor . . .	9. Nov. 1868
2.	- Heer, Professor	» »
3.	- Horner, Dr., Bibliothekar . .	» »
4.	- Wolf, Professor	» »
5.	- Escher v. d. Linth, Prof. . .	» »

Abwart: Herr Waser, Gottlieb; gewählt 1860, bestätigt 1868.



Untersuchungen

über die jodirten Salicylsäuren, die Oxysalicylsäure und Hypogallussäure.

Von

P. Liechti,

erstem Assistenten am analytischen Laboratorium in Zürich.

Die von der Benzoesäure, $C_7H_6O_2$, derivirenden Oxysäuren sind während der letzten Jahre häufig Gegenstand chemischer Untersuchungen gewesen, ohne dass es bis jetzt gelungen wäre, diese Frage zum völligen Abschluss zu bringen.

Aus der Reihe der Monoxysäuren, $C_7H_6O_3$, kommt nur eine natürlich vor, die Salicylsäure, die nach Kekulé[1]) übrigens auch künstlich aus der Benzoesäure, nämlich durch Schmelzen der Monobrombenzoesäure mit Kalihydrat, dargestellt werden kann.

Ausserdem kennen wir noch die Oxybenzoesäure, die zuerst von Gerland[2]) durch Einwirkung von salpetriger Säure auf Amidobenzoesäure erhalten wurde, und die Paraoxybenzoesäure, die gleichzeitig von Saytzeff[3]) durch Behandlung von Anis-

---

[1]) Annal. der Chemie und Ph. **117.** 163.

[2]) Ebendas. **86.** 149. **91.** 185.

[3]) Ebendas. **127.** 129.

säure mit Jodwasserstoff und von G. Fischer[1]) durch Einwirkung von salpetriger Säure auf Paramidobenzoesäure dargestellt worden ist. Paraoxybenzoesäure ist ausserdem ein häufig auftretendes Zersetzungsprodukt bei Einwirkung von schmelzendem Kali auf organische Körper.

Diese drei Säuren zeigen in ihrem ganzen Verhalten so wesentliche Verschiedenheit, dass sie allgemein nur als isomere Säuren aufgefasst worden sind. Die Paraoxybenzoesäure allein schiesst mit Krystallwasser an, Oxybenzoesäure und Salicylsäure krystallisiren ohne Wasser, und nur die Salicylsäure wird in ihren Lösungen durch Eisenchlorid violett gefärbt.

Aus der Reihe der Dioxybenzoesäuren, $C_7 H_6 O_4$, haben wir zuerst die Carbohydrochinonsäure kennen gelernt, die Hesse[2]) aus Chinasäure durch Behandlung mit Brom erhalten hat. Als characteristisch für diese Säure gab er an, dass sie mit 1 Mol. Krystallwasser anschiesse, dass ihre Lösung mit Eisenchlorid grün gefärbt werde, und dass sie beim Erhitzen auf ungefähr 240° in Kohlensäure und Hydrochinon zerfalle.

Eine Säure von gleicher Zusammensetzung ist von Strecker[3]) durch Schmelzen von Piperinsäure mit kaustischem Kali erhalten worden. Diese schoss in ganz ähnlichen Krystallen mit gleichem Wassergehalt an und wurde ebenfalls durch Eisenchlorid grün gefärbt, gab aber bei der trockenen Destillation kein

---

[1]) Annal. der Chemie und Ph. **127.** 137.

[2]) Ebendas. **112.** 52. **114.** 293.

[3]) Ebendas. **118.** 280.

Hydrochinon, sondern das isomere Brenzcatechin, wesshalb die Säure von Strecker für verschieden gehalten und Protocatechusäure genannt wurde. Aber bald darauf beobachtete Lautemann[1]), dass das Auftreten von Hydrochinon oder Brenzcatechin nur von dem Grad der Erhitzung abhängt, dass Hesse's Carbohydrochinonsäure, wenn sie mit Bimstein gemengt, der trockenen Destillation unterworfen wird, ebenfalls nur Brenzcatechin liefert, wodurch die Identität beider Säuren ausser Zweifel gestellt wurde.

Dieselbe Säure wurde von Barth[2]) auch aus zwei Säuren der ersten Reihe, nämlich aus der Oxybenzoesäure und Paraoxybenzoesäure dargestellt, indem er die von der Oxybenzoesäure abstammende Sulfosäure, sowie die Monobromparaoxybenzoesäure in schmelzendes Kali eintrug. Er nannte sie Dioxybenzoesäure.

Carbohydrochinonsäure, Protocatechusäure und Dioxybenzoesäure haben also nicht nur gleiche Zusammensetzung, sondern es sind identische Säuren.

Die dritte Säure aus der ersten Reihe der Oxysäuren, die Salicylsäure, liefert dagegen durch Einführung eines Hydroxylatoms an die Stelle von Wasserstoff nicht Protocatechusäure sondern eine isomere Säure, die von Lautemann[3]) Oxysalicylsäure genannt und durch Erhitzen von Monojodsalicylsäure mit concentrirter Kalilauge dargestellt worden ist.

---

[1]) Annal. der Chemie und Ph. **120.** 315.

[2]) Ebendas. **148.** 30.

[3]) Ebendas. **120.** 311.

Die Oxysalicylsäure schiesst ohne Krystallwasser an und bildet leicht lösliche Nadeln, deren Lösung durch Eisenchlorid tief blau gefärbt wird, eine Reaction, wodurch sie sich leicht von der Protocatechusäure unterscheidet. Im Uebrigen liefert die Oxysalicylsäure bei der trocknen Destillation ebenfalls Hydrochinon und Brenzcatechin.

Den genannten Dioxysäuren, der Protocatechusäure und der Oxysalicylsäure, schien sich eine dritte Säure, die Hypogallussäure anzuschliessen, die von Matthiessen und Foster[1]) durch Einwirkung von Jodwasserstoff auf Hemipinsäure erhalten und der Formel $\text{Ꞓ}_7 H_6 \Theta_4$ entsprechend zusammengesetzt gefunden wurde.

Der Beschreibung nach hat diese Säure viel Aehnlichkeit mit der Oxysalicylsäure, namentlich wird ihre Lösung durch Eisenchlorid ebenfalls tief blau gefärbt, und man hat sich bereits dahin ausgesprochen, dass beide Säuren identisch sein dürften, obwohl die Hypogallussäure nach den Angaben von Matthiessen und Foster nicht wasserfrei, sondern mit 1½ Mol. Krystallwasser anschiesst. Möglich war es allerdings, dass unter günstigen Verhältnissen auch die Oxysalicylsäure Krystallwasser aufnehmen könne, was durch einige Versuche leicht zu ermitteln schien.

Der Zweck der vorliegenden Untersuchung war desshalb eine genaue Vergleichung der Oxysalicylsäure mit der Hypogallussäure, und da ich zur Gewinnung der ersten Säure von der jodirten Salicylsäure ausgehen musste, so habe ich die Gelegenheit

---

[1]) Annal. der Chemie und Ph. Supplem. I. 333.

benutzt, um zugleich die Salze der Mono- und Dijodsalicylsäure gründlicher zu untersuchen, als es bis jetzt geschehen ist, zumal da es von Interesse war, eine Vergleichung dieser Salze mit den Salzen der isomeren Mono- und Dijodparaoxybenzoesäure vorzunehmen, die kürzlich von Peltzer[1]) untersucht worden sind.

1. Darstellung der Jodsalicylsäuren.

Die Jodsalicylsäuren wurden bekanntlich von Lautemann[2]) durch Zusammenschmelzen von Jod und Salicylsäure, Behandeln der Schmelze mit verdünnter Kalilauge und Uebersättigen der alkalischen Lösung mit Salzsäure dargestellt. Später wies Kekulé[3]) nach, dass durch blosses Zusammenschmelzen von Salicylsäure und Jod keineswegs jodhaltige Substitutionsprodukte gebildet werden, sondern dass diese erst bei der nachfolgenden Behandlung der Schmelze mit Kali und Uebersättigen mit Salzsäure entstehen. Er zeigte zugleich, dass wenn eine erhitzte Lösung von Salicylsäure und Jodsäure mit Jod oder Jodwasserstoffsäure vermischt wird, ebenfalls Jodsalicylsäuren gebildet werden, und er erklärte die Bildung der Monojodsalicylsäure durch folgende Gleichung:

$$5\underbrace{\mathrm{C_7H_6O_3}}_{\text{Salicylsäure}} + 2\mathrm{J_2} + \mathrm{JHO_3} = 3\mathrm{H_2O} + \underbrace{\mathrm{C5_7H_5JO_3}}_{\text{Monojodsalicylsäure}}$$

---

1) Annal. der Chemie und Ph. **146.** 290.
2) Ebendas. **120.** 300.
3) Ebendas. **131.** 224.

Bei der angegebenen Reaction entstanden übrigens durch tiefer greifende Zersetzung gleichzeitig wesentliche Mengen von Jodphenylsäuren, deren Bildung, wie ich hoffte, durch zweckmässig gewählte Verhältnisse vermieden werden könne. Ich habe desshalb zahlreiche Versuche hierüber angestellt, und bin endlich bei dem folgenden Verhältniss stehen geblieben, das mir am zweckmässigsten zu sein schien, um die Jodsalicylsäuren in grösserem Maassstabe darzustellen.

Man löst 1 Theil Salicylsäure in ungefähr der 25fachen Menge Wasser, wobei man die Temperatur nicht ganz zur Siedhitze steigen lässt. Dann trägt man eine Mischung von 1 Theil Jod und ⅓ Theil Jodsäure ein, sorgt durch Schwenken für gehörige Mischung und hält noch einige Zeit bei der frühern Temperatur. Die rasch eintretende Reaction gibt sich sofort durch Trübung der Flüssigkeit zu erkennen und bald sammelt sich am Boden des Kolbens ein braunes ölförmiges Liquidum an, das beim Erkalten krystallinisch erstarrt. Noch ehe das Erstarren eintritt, giesst man die milchig trübe Flüssigkeit von der ölförmigen Ausscheidung ab, und behandelt diese einige Male mit ganz wenig heissem Wasser, wodurch alle unveränderte Salicylsäure nebst sehr wenig Monojodsalicylsäure ausgezogen wird, denn die Salicylsäure, obwohl in kaltem Wasser schwerer löslich als die Monojodsalicylsäure, löst sich in heissem Wasser in bedeutend grösserer Menge.[1])

---

[1]) Nach meinen Versuchen bedarf die Salicylsäure 1818 Theile Wasser bei 18° und 2500 Theile bei 10° zur Lösung, während sie bei Siedhitze in 15—20 Theilen Wasser löslich ist.

Die ölförmige, beim Erkalten erstarrende Ausscheidung besteht aus Monojodsalicylsäure und Dijodsalicylsäure. Das gleichzeitige Auftreten von Trijodsalicylsäure und Trijodphenylsäure habe ich bei Anwendung der von mir angegebenen Verhältnisse niemals beobachtet. Auch der von Lautemann beobachtete rothe Körper von der Zusammensetzung $C_6H_2J_2O$ entsteht nicht oder nur spurweise, denn übergiesst man den erstarrten und zerriebenen Kuchen mit verdünnter Natronlauge, so erhält man eine Lösung, bei deren Filtration nur wenige rothe Pünktchen zurückbleiben. Das Filtrat mit Salzsäure übersättigt, liess die Säuren als krystallinisches Pulver fallen, das mit kaltem Wasser gewaschen wurde.

Zur Trennung der stets gleichzeitig entstehenden Mono- und Dijodsalicylsäure kann man die noch feuchten Säuren mit einer Lösung von 1 Theil käuflichem kohlensaurem Ammoniak in 10 Theilen Wasser behandeln. Wird Erwärmung vermieden, so nimmt das kohlensaure Ammoniak nur Monojodsalicylsäure auf, die man aus der filtrirten Lösung mit Salzsäure fällt. Zur vollständigen Extraction der Monojodsalicylsäure sind aber mehrfach wiederholte Behandlungen des Säurengemenges mit kohlensaurem Ammoniak nöthig, wodurch ansehnliche Mengen von Flüssigkeit erhalten werden, und da, wenn man die Extraction durch Erwärmen zu beschleunigen sucht, gleichzeitig etwas Dijodsalicylsäure in Lösung geht, so eignet sich diese Methode nicht, um beide Säuren in grösserem Maassstabe zu trennen, während sie sehr zu empfehlen ist, wenn es sich darum handelt, eine kleine Menge von Monojodsalicylsäure rasch rein zu erhalten.

Im Grossen führt man die Trennung am besten nach dem schon von Lautemann angewandten Verfahren aus. Man löst das Säurengemenge in kohlensaurem Natron und verdampft vorsichtig zur Krystallisation. Zuerst schiessen dann lange atlasglänzende Nadeln von Dijodsalicylsäure an, später folgen kleine schuppenförmige Blättchen von monojodsalicylsaurem Natron. Die Salze werden durch wiederholtes Umkrystallisiren gereinigt, und dann aus den Lösungen die Säuren durch Uebersättigen mit Salzsäure abgeschieden. Ich habe auf diese Weise völlig reine Säuren erhalten. Die von Lautemann empfohlene weitere Darstellung der Barytsalze konnte somit wegfallen, zumal da dieses Reinigungsverfahren an demselben Uebelstande leidet, wie die vorhin angegebene Trennung der Säuren mit Hülfe von kohlensaurem Ammoniak; in beiden Fällen hat man mit zu grossen Flüssigkeitsmengen zu operiren.

Bei wiederholten Darstellungen habe ich aus 50 Grm. Salicylsäure durchschnittlich 50 Grm. Monojodsalicylsäure und 23—24 Grm. Dijodsalicylsäure erhalten, während die von den jodirten Säuren abgegossene wässerige Lösung noch etwa 20 Grm. mit etwas Jodsalicylsäure verunreinigte Salicylsäure enthielt.

Löst man die mit Jod und Jodsäure zu behandelnde Salicylsäure in bedeutend weniger Wasser, als oben angegeben ist, so tritt Dijodsalicylsäure als Hauptprodukt auf. Bei einigen Darstellungen erhielt ich in diesem Falle 1½ mal mehr Dijodsalicylsäure als Monojodsalicylsäure, und daneben stark riechende Producte, die sich in kohlensaurem Natron nicht lösten.

2. Monojodsalicylsäure.

$$C_7H_5JO_3 = C_6H_3J \left\{ \begin{matrix} CO.OH \\ OH \end{matrix} \right.$$

Aus ihren Salzlösungen gefällt bildet die Monojodsalicylsäure ein weisses krystallinisches Pulver, aus Wasser krystallisirt zarte baumförmig gruppirte Nadeln. Die Krystalle sind wasserfrei, schmelzen bei 184° [1]), unter Wasser aber schon bei 98°. Sie bedürfen zur Lösung 893 Th. Wasser von 20° und 104 Th. bei Siedhitze, und lösen sich sehr reichlich im Weingeist und in Aether. Wird die wässerige Lösung anhaltend gekocht, so tritt allmählig Zersetzung ein und die Flüssigkeit färbt sich gelb. Wie schon Lautemann beobachtet, erzeugt Eisenchlorid in der freien Säure sowohl wie in ihren Salzlösungen prachtvoll violette Färbung.

Die zu meinen Versuchen benutzte Monojodsalicylsäure war theils mit Hülfe des Natronsalzes theils durch Behandeln des Säuregemenges mit kohlensaurem Ammoniak gereinigt worden. Um die Säure auf ihre Reinheit zu prüfen, wurde der Jodgehalt nach Kekulé's Methode bestimmt.

0,4572 Grm. mit kohlensaurem Ammoniak dargestellte Säure gaben 0,4108 Grm. Jodsilber, entsprechend 48,5 Proc. Jod.

0,2306 Grm. aus dem Natronsalz gewonnene Säure gaben 0,207 Grm. Jodsilber, entsprechend 48,4 Proc. Jod.

---

[1]) Die von mir in der vorliegenden Abhandlung angegebenen Schmelzpunkte sind stets durch mehrere übereinstimmende Versuche festgestellt; Correctionen hielt ich nicht für passend, weil dadurch leicht Irrthümer herbeigeführt werden können.

Aus der Formel $C_7H_5JO_3$ berechnet sich der Jodgehalt zu 48,2 Proc.

Monojodsalicylsaures Natron: $C_7H_4JNaO_3$ Die Darstellung des Salzes wurde schon angeführt. Es schiesst ohne Krystallwasser in neutral reagirenden farblosen Schuppen an, die bei 20° in 13 Th. Wasser löslich sind. Von gewöhnlichem Weingeist wird es in der Kälte ziemlich schwer, leichter beim Erwärmen gelöst, Aether löst es selbst in der Wärme nur spurweise.

0,5066 Grm. des lufttrockenen Salzes lieferten mit Schwefelsäure zersetzt und geglüht 0,123 Grm. schwefelsaures Natron, woraus sich der Natriumgehalt zu 7,85 Proc. berechnet, während die obige Formel 8,04 Proc. Natrium fordert.

Ein Salz mit 2 At. Natrium lässt sich nicht darstellen; das neutrale Salz löst sich zwar in Natronlauge reichlicher als in Wasser, beim Verdunsten der stark alkalisch reagirenden Lösung im luftleeren Raume, schiesst aber unverändertes neutral reagirendes Salz wieder an. Es lieferte bei der Analyse 7,83 Proc. Natrium statt 8,04 Proc.

Monojodsalicylsaures Kali: $_7H_4JKO_3+3H_2O$. Es wurde auf gleiche Weise erhalten wie das Natronsalz. Beim Erkalten der concentrirten Lösung schiesst es in neutral reagirenden farblosen Krystallblättchen an; die Lösung bräunt sich aber ziemlich bald in Berührung mit Luft und aus einer solchen Lösung schiesst auch das Salz leicht gefärbt an. Dasselbe beobachtet man auch beim Natronsalz.

Das lufttrockene monojodsalicylsaure Kali bedarf

5,2 Th. Wasser von 20° zur Lösung, auch von kaltem Weingeist wird es gelöst, viel weniger von Aether.

0,6404 Grm. lufttrockenes Salz verloren bei 100° 0,0964 Grm. Wasser oder 15,05 Proc. 3 Molecüle Wasser betragen 15,16 Proc.

Ferner hinterliessen 0,522 Grm. des bei 100° getrockneten Salzes beim Glühen mit Schwefelsäure 0,149 Grm. schwefelsaures Kali, entsprechend 12,64 Proc. Kalium. Die Formel $C_7H_4JKO_3$ verlangt 12,91 Proc. Kalium.

Monojodsalicyls. Ammon: $2(C_7H_4J(NH_4)O_3) + 7H_2O$. Dargestellt durch Auflösen von Monojodsalicylsäure in Ammoniak und Verdunsten der Lösung, krystallisirt in Warzen oder Blättchen, die aus kurzen ziemlich dicken Nadeln verwebt sind, und bei 20° 10,5 Th. Wasser zur Lösung bedürfen. In Weingeist ist es etwa so löslich wie das Natronsalz, ebenfalls in Aether.

0,656 Grm. des lufttrockenen Salzes wurden in Wasser gelöst, die Säure mit Salzsäure abgeschieden und im Filtrat das Chlorammonium mittelst Platinchlorid bestimmt. Es wurden 0,420 Grm. Chlorplatinammoninm erhalten = 5,15 Proc. NH_4, während die obige Formel 5,24 Proc. NH_4 fordert.

0,4604 Grm. des lufttrockenen Salzes verloren bei 100° getrocknet 0,0834 Grm. Wasser, entsprechend 18,11 Proc., während obige Formel 18,3 Proc. Wasser verlangt. Das bei 100° getrocknete Salz reagirte ebenso wie das lufttrockene völlig neutral.

Monojodsalicylsaurer Baryt. $C_{14}H_8J_2Ba''O_6 + 4H_2O$. Er wurde erhalten durch Lösen von Monojodsalicylsäure in Wasser, dem etwas weniger als die

berechnete Menge Barythydrat zugesetzt worden, und Kochen unter Zusatz von etwas kohlensaurem Baryt.

Das Salz krystallisirt nach dem Eindampfen des Filtrates mit 4 Mol. Krystallwasser in neutral reagirenden weissen starkglänzenden Schuppen, die unter dem Mikroscop als langgestreckte Tafeln mit rechten Winkeln erscheinen. Das luftrockene Salz bedarf bei 20° 78 Th. Wasser zur Lösung. In Weingeist ist es schwer, in Aether spurweise löslich.

0,6772 Grm. lufttrockenen Salzes verloren bei 100° 0,0634 Grm. Wasser oder 9,3 Proc. 4 Mol. Wasser betragen 9,78 Proc.

Ferner hinterliessen 0,76 Grm. lufttrockenes Salz beim Glühen mit Schwefelsäure 0,2384 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend 18,42 Proc. Barium. Die obige Formel verlangt 18,6 Proc. Barium.

Der monojodsalicylsaure Baryt ist auch von Lautemann[1]) analysirt worden, nach ihm sol das Salz aber wasserfrei sein. Ich vermuthete nun, dass dasselbe vor der Analyse über Schwefelsäure gestanden und dabei sein Krystallwasser verloren habe. Die vollständige Entwässerung gelingt indess über Schwefelsäure nicht, denn 0,7564 Grm. des krystallisirten Salzes verloren selbst bei sechs Wochen langem Stehen über Schwefelsäure nur 0,0558 Grm. = 7,3 Proc. Wasser. 3 Mol. Wasser betragen 7,35 Proc. Das über Schwefelsäure getrocknete Salz hat mithin die Zusammensetzung $\mathrm{C_{14}H_8J_2Ba''O_6 + H_2O}$. Zur Vergleichung stelle ich Lautemann's analytische Resultate mit dieser Formel zusammen:

---

[1]) Annal d. Chem. und Ph. **120**. 304.

	berechnet		Lautemann
14 At. Kohlenstoff	168	24,67	25,3
9 At. Wasserstoff	10	1,46	1,3
2 At. Jod	254	37,30	38,5
1 At. Barium	137	20,12	20,4
7 At. Sauerstoff	112	16,45	
	681	100,00	

Bedenkt man, dass die Kohlenstoffbestimmung neben Jod gewöhnlich zu hoch ausfällt, und dass, wie Lautemann selbst angibt, die von ihm zur Jodbestimmung benutzte Methode leicht ein fehlerhaftes Resultat liefert, so stimmen die von Lautemann erhaltenen analytischen Daten genügend mit der von mir berechneten Formel überein.

Basisches Barytsalz: $\Theta_7H_3JBa''\Theta_3 + 2\,H_2\Theta$. Dieses Salz scheidet sich in kleinen zu Büscheln und Sternen verwachsenen Nadeln ab, wenn man eine heiss gesättigte Lösung des neutralen Salzes in kalt gesättigtes, erwärmtes Barytwasser giesst. Es wird auch von siedendem Wasser nur in kleiner Menge aber mit stark alkalischer Reaction gelöst.

0,8688 Grm. des über Schwefelsäure getrockneten Salzes verloren bei 100° 0,0558 Grm. = 6,42 Proc. Wasser, bei 150° betrug die Gewichtsabnahme 0,0794 Grm. = 9,14 Proc. Wasser. Beim Glühen mit Schwefelsäure wurden 0,4599 Grm. schwefelsaurer Baryt erhalten = 31,13 Proc. Barium.

Aus der Formel berechnen sich 8,28 Proc. Wasser und 31,49 Proc. Barium. Bei 100° würde das Salz 3/4 seines Wassergehaltes = 6,21 Proc. verlieren.

Weit schärfer stimmen die analytischen Resultate

mit der Formel überein, wenn man 2¼ Mol. Wasser darin annimmt. Da dieser Wassergehalt nicht wahrscheinlich, so halte ich es für möglich, dass das lufttrockene Salz der Formel $2 C_7H_3JBa''O_3 + 5 H_2O$ entsprechend zusammengesetzt ist, und dass es über Schwefelsäure einen Theil seines Wassers verliert.

3. Dijodsalicylsäure.

$$C_7H_4J_2O_3 = C_6H_2J_2 \left\{ \begin{matrix} CO . OH \\ OH \end{matrix} \right.$$

Aus dem Natronsalz mit Salzsäure gefällt, bildet die Dijodsaliylsäure ein weisses undeutlich krystallinisches Pulver, aus heissem Wasser umkrystallisirt, eine weisse verfilzte Masse. Die Säure ist wasserfrei und bedarf bei 15° C 1428 Th. Wasser zur Lösung, während sie sich in 656 Th. kochendem Wasser löst; Weingeist und Aether lösen sie reichlich. Bei 193° fängt sie an weich zu werden ohne zu schmelzen und wird braun, bei 197° entwickeln sich bereits violette Dämpfe, höher erhitzt färbt sie sich immer dunkler; sie schmilzt also nicht unzersetzt. Die Lösung der Säure und ihre Salze wird durch Eisenchlorid prachtvoll violett gefärbt.

Die zu meinen Versuchen benutzte Dijodsalicylsäure wurde auf ihren Jodgehalt geprüft, indem sie mit Natriumamalgam und Wasser in Berührung gelassen und aus der erhaltenen Jodnatriumlösung das Jod mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt wurde.

0,4296 Grm. Säure gaben 0,519 Grm. Jodsilber, entsprechend 64,9 Proc. Jod.

Die Formel $C_7H_4J_2O_3$ verlangt 65,2 Proc. Jod.

Dijodsalicylsaures Natron: $2(C_7H_3J_2NaO_3) + 5H_2O$. Das auf die früher angegebene Weise erhaltene Salz schiesst in langen starkglänzenden platten Nadeln an, die gewöhnlich von einem Mittelpunkt aus zu grossen weichen Drusen verwachsen. Es reagirt neutral, löst sich in 49,6 Th. Wasser bei 20°, ebenfalls ist es ziemlich leicht löslich in Weingeist, beinahe unlöslich in Aether.

0,6874 Grm. des lufttrockenen Salzes verloren bei 120° 0,067 Grm. Wasser oder 9,7 Proc. 5 Mol. Wasser betragen 9,8 Proc.

Ferner hinterliessen 0,2307 Grm. des bei 120° getrockneten Salzes beim Glühen mit Schwefelsäure 0,039 Grm. schwefelsaures Natron, entsprechend 5,46 Proc. Natrium, während die Formel $C_7H_3J_2NaO_3$ 5,58 Proc. Natrium verlangt.

Uebergiesst man das Salz mit kohlensaurem Natron, so nimmt man keine Einwirkung wahr, während es von kaustischem Natron leicht gelöst wird. Aber schon der erste Tropfen Natron, den man zusetzt, bringt eine stark alkalische Reaction hervor. Dies deutet auf die Existenz eines basischen Salzes, aber ein solches in fester Form darzustellen, ist mir nicht gelungen. Als ich das neutrale Salz in der æquivalenten Menge Normalnatron auflöste und die Lösung über Schwefelsäure verdunsten liess, schoss das Salz in seiner früheren Form wieder an, war nach dem Umkrystallisiren vollkommen neutral, und enthielt bei 100° getrocknet 5,5 Proc. Natrium

Dijodsalicylsaures Kali: $2(C_7H_3J_2KO_3) + H_2O$. Erhalten durch Sättigen eine Lösung von kohlen-

saurem Kali mit Dijodsalicylsäure, krystallisirt in neutral reagirenden, weisslichen stark in's röthliche spielenden Schuppen, und stellt unter dem Mikroscop kurze dicke Prismen dar. Das Salz bedarf 180,7 Th. Wasser von 20° zur Lösung, ebenfalls ist es leicht löslich in Weingeist; in Aether ist es sehr schwer löslich, doch etwas löslicher wie das Natronsalz.

0,5302 Grm. des lufttrockenen Salzes verloren bei 100° getrocknet 0,01 Grm. = 1,88 Proc. Wasser, während die obige Formel 2,06 Proc. Wasser verlangt.

0,5202 Grm. des bei 100° getrockneten Salzes hinterliessen beim Glühen mit Schwefelsäure 0,1102 Grm. schwefelsaures Kali, entsprechend 9,4 Proc. Kalium.

Die Formel $Є_7H_3J_2KΘ_3$ verlangt 9,1 Proc. Kalium.

Dijodsalicylsaur. Ammon: $2(Є_7H_3J_2(NH_4)Θ_3) + H_2Θ$. Löst man Dijodsalicylsäure in Ammoniak, so schiesst beim Verdunsten der Lösung das Salz in neutral reagirenden zu Bäumchen gruppirten kleinen weissen Nadeln an, die bei 20° 316 Th. Wasser zur Lösung bedürfen. Auch in Weingeist löst es sich in mässiger Menge, in Aether kaum.

0,2702 Grm. des lufttrockenen Salzes verloren bei 100° 0,006 Grm. = 2,2 Proc. Wasser. Die obige Formel verlangt 2,16 Proc. Wasser.

Dijodsalicyls. Baryt: $Є_{14}H_6J_4Ba''Θ_6 + 3H_2Θ$. Auf gleiche Weise erhalten wie der monojodsalicylsaure Baryt, scheidet sich aus der Lösung in langen weissen glänzenden Nadeln ab, die unter dem Mikroscop als flache schmale Stäbe mit rechten Winkeln erscheinen. Bei 18° bedürfen die Krystalle 1350

Th. Wasser zur Lösung; die Lösung reagirt neutral. In Weingeist sind die Krystalle sehr schwer löslich, noch schwerer in Aether.

0,2832 Grm. des lufttrockenen Salzes verloren bei 100° getrocknet 0,0051 Grm. = 1,8 Proc. Wasser, während bei 150° 0,0166 Grm. = 5,8 Proc. Wasser fortgehen. Demnach verliert das Barytsalz bei 100° nur 1 Mol. = 1,9 Proc., bei 150° 3 Mol. = 5,5 Proc. Wasser.

Es hinterliessen ferner 0,811 Grm. des bei 150° getrockneten Salzes beim Glühen mit Schwefelsäure 0,205 Grm. schwefelsauren Baryt entsprechend 14,7 Proc. Barium.

Die Formel $\text{Є}_{14}H_6J_4Ba''\Theta_6$ verlangt 14,8 Proc. Barium.

Basisches Barytsalz: $2\,\text{Є}_7H_2J_2Ba''\Theta_3 + 3H_2\Theta$. Lässt man zu einer kalt gesättigten erhitzten Barytlösung eine heiss gesättigte Lösung des neutralen Barytsalzes fliessen, so scheidet sich sofort das basische Salz in kleinen seideglänzenden geschobenen Tafeln ab. Es ist nur äusserst wenig löslich in Wasser, dessenungeachtet reagirt die Lösung stark alkalisch.

0,44 Grm. des über Schwefelsäure getrockneten Salzes verloren bei 150° 0,0214 Grm. Wasser = 4,86 Proc. und lieferten bei der Behandlung mit Schwefelsäure 0,1842 Grm. schwefelsauren Baryt = 24,62 Proc. Barium.

Die obige Formel verlangt 4,89 Proc. Wasser und 24,82 Proc. Barium.

Dijodsalicylsaurer Kalk: $\text{Є}_{14}H_6J_4\text{Є}a\Theta_6 + 5H_2\Theta$. Er wurde dargestellt durch Lösen von Dijodsalicyl-

säure in Weingeist, Zusetzen von in Wasser aufgeschlämmtem kohlensaurem Kalk und Kochen zum Verjagen des Weingeist's. Beim Erkalten der filtrirten Lösung scheidet sich das Salz in stark glänzenden neutral reagirenden Nadeln aus, die unter dem Mikroscop wie das Barytsalz aussehen, mit dem Unterschiede, dass die Prismen im Verhältniss zur Dicke kürzer erscheinen. Das Salz löst sich in 1160 Th. Wasser von 18°.

0,6486 Grm. des lufttrockenen Salzes verloren bei 120° getrocknet 0,064 Grm. = 9,8 Proc. Wasser. Obige Formel verlangt 9,9 Proc.[1] Wasser.

Ferner gaben 0,4454 Grm. des bei 120° getrockneten Salzes beim Glühen und nachherigem Befeuchten mit kohlensaurem Ammoniak 0,0466 Grm. kohlensauren Kalk entsprechend 4,2 Proc. Calcium.

Die Formel $C_{14}H_6J_4CaO_6$ verlangt 4,8 Proc.

4. Oxysalicylsäure.

$$C_7H_6O_4 = C_6H_3 \begin{cases} CO \cdot OH \\ 2OH \end{cases}$$

Die Säure wurde nach Lautemanns[1] Angabe dargestellt. Ich löste Monojodsalicylsäure in Kalilauge von 1,38 spec. Gew. und erhitzte so lange, bis das anfangs ziemlich heftige Schäumen nachliess, und eine Probe der Schmelze, in Wasser gelöst, auf Zusatz von Salzsäure keine schwerlösliche Monojodsalicylsäure mehr absetzte. Die ganze Masse wurde dann in Wasser gelöst, mit Salzsäure übersättigt, und die in Freiheit gesetzte Oxysalicylsäure durch wiederholtes Schütteln mit Aether extrahirt. Die durch Verdunsten des Aethers

---

[1]) Annal. der Chem. und Ph. **120**. 311.

erhaltene rohe braune Oxysalicylsäure wurde schliesslich in Wasser gelöst, durch Zusatz von etwas Bleiessig und Einleiten von Schwefelwasserstoff entfärbt, und durch Verdunsten der Lösung und Umkrystallisiren der angeschossenen Säure gereinigt.

Nach Lautemann bildet die Oxysalicylsäure concentrisch gruppirte, stark glänzende, in Wasser, Weingeist und Aether leicht lösliche Nadeln, die kein Krystallwasser enthalten, bei 193° schmelzen und bei etwa 210—212° sich zersetzen unter Bildung von Kohlensäure und Brenzcatechin. Ihre Lösung wird durch Eisenchlorid tief blau und bei nachherigem Zusatz von zweifach kohlensaurem Natron prachtvoll violett gefärbt. Von essigsaurem Blei wird sie mit gelblicher Farbe gefällt. Salpetersaures Silber erzeugt keinen Niederschlag, beim Erwärmen tritt aber Reduction des Silbers ein. Für die Analyse geeignete Salze darzustellen gelang Lautemann nicht, da sich die mit Basen vermischte Säure in Berührung mit Luft bald zersetzt.

Die Hypogallussäure, für deren Identität mit der Oxysalicylsäure sich bereits einige Chemiker ausgesprochen, soll, bei 100° getrocknet, nach Matthiessen und Foster[1]) dieselbe Zusammensetzung haben wie die Oxysalicylsäure. Sie ist nach diesen Forschern in kaltem Wasser mässig löslich, sehr leicht in siedendem, ebenfalls löslich in Weingeist und in Aether. Aus der Lösung in heissem Wasser scheidet sich die Säure in kleinen nadelförmigen Krystallen ab, welche 14,8 Proc. Krystallwasser enthalten, das

---

[1]) Annal. der Chem und, Ph. Supplem. 1. 333.

bei 100° entweicht; höher erhitzt schmilzt die Säure und sublimirt, wobei aber leicht Bräunung eintritt. Ammoniakalische Silberlösung wird durch die Säure schon in der Kälte reduzirt. Mit Kupfervitriol und Kali erwärmt scheidet sie Kupferoxydul ab. Eisenchlorid färbt die Lösung der Säure intensiv blau, auf Zusatz von Ammoniak geht diese Farbe in blutroth über. Salze der Säure konnten wegen leichter Veränderlichkeit nicht dargestellt werden.

Bis auf den Wassergehalt der Hypogallussäure, stimmen die angegebenen Eigenschaften, soweit sie vergleichbar sind, mit denen der Oxysalicylsäure überein. Lautemann's Angaben habe ich noch Folgendes hinzuzufügen:

Die Oxysalicylsäure bedarf 58,7 Theile Wasser von 21° zur Lösung, viel reichlicher ist sie in heissem Wasser löslich. Sie schmilzt bei 183°, nicht bei 193°, wie sich wahrscheinlich in Folge eines Druckfehlers in Lautemann's Abhandlung angegeben findet. Die Säure reducirt schon in der Kälte ammoniakalische Silberlösung, ebenfalls scheidet sie aus einer Lösung von Kupfervitriol, Weinsäure und Kali beim Erwärmen Kupferoxydul ab, und wird die Lösung der Säure mit Eisenchlorid vermischt, so tritt tief blaue Färbung ein, die auf Zusatz von etwas Ammoniak in blutroth übergeht.

So gut auch diese Eigenschaften mit denen der Hypogallussäure übereinzustimmen scheinen, so kann ich beide Säuren doch nicht für identisch halten, denn alle Versuche, die ich angestellt habe, um die Oxysalicylsäure mit Krystallwasser zu erhalten, führten zu einem negativen Resultat und ich habe die Ueber-

zeugung gewonnen, dass die Oxysalicylsäure unter allen Umständen ohne Krystallwasser anschiesst. — Ob die Hypogallussäure eine dritte isomere Säure aus der Reihe der Dioxybenzoesäuren sei, liess sich nur durch eine neue Untersuchung der Säure ermitteln; meine Erfahrungen darüber werde ich im folgenden Abschnitte (Opinsäure und Isopinsäure) mittheilen.

Da es bis jetzt nicht gelungen ist, ein Salz der Oxysalicylsäure in einem für die Analyse geeigneten Zustande zu erhalten, so habe ich es versucht, den Aethyläther der Säure darzustellen, zumal es einiges Interesse hat, denselben mit dem Aether der isomeren Protocatechusäure (Carbohydrochinonsäure), der von Hesse[1]) durch Einwirkung von Chlorwasserstoff auf die weingeistige Lösung der Säure dargestellt worden ist, vergleichen zu können. Ich löste die Oxysalicylsäure in Weingeist von 0,833 spec. Gew., sättigte die Lösung mit Chlorwasserstoff und verdampfte nach 24stündigem Stehen im Wasserbad. Es hinterblieb ein tief braun gefärbter Krystallbrei, der in verdünntem Weingeist gelöst, mit kohlensaurem Natron neutralisirt und nach dem Verdunsten des Weingeistes mit Aether geschüttelt wurde. Die ätherische Lösung wurde filtrirt und verdunstet, zuletzt im luftleeren Raume, wobei der Oxysalicylsäureäther in braunen Krystallen zurückblieb. Durch blosses Umkrystallisiren aus Aether, Weingeist oder weingeisthaltigem Wasser, war die anhängende färbende Substanz nicht zu entfernen, diess gelang aber durch Auflösen in

---

[1]) Annal. der Chem. und Ph. **114.** 295.

siedendem Schwefelkohlenstoff, wobei eine braune klebende Substanz grösstentheils zurückblieb. Die rasch filtrirte Lösung setzte während des Erkaltens einen Theil des Aethers in farblosen Krystallen ab, durch Verdunsten des davon abgegossenen Schwefelkohlenstoffs erhält man noch eine Portion unreinen Aethers, der durch Umkrystallisiren gereinigt werden muss. Dreimaliges Umkrystallisiren reicht aus, um ihn völlig rein zu erhalten.

0,2264 Grm. der über Schwefelsäure getrockneten Krystalle gaben bei der Verbrennung 0,4918 Grm. Kohlensäure und 0,1124 Grm. Wasser. Dies Resultat stimmt überein mit der Formel $Є_7H_5(Є_2H_5)Θ_4 = Є_6H_3 \left\{ \begin{matrix} ЄΘ . ΘЄ_2H_5 \\ 2ΘH \end{matrix} \right.$.

	berechnet		gefunden
9 At. Kohlenstoff	108	59,34	59,23
10 At. Wasserstoff	10	5,49	5,51
4 At. Sauerstoff	64	35,17	35,26
	182	100,00	100,00

Der Oxysalicylsäureäther krystallisirt aus Schwefelkohlenstoff in farblosen und geruchlosen zu Büscheln vereinigten Blättchen, die, an der Luft getrocknet, über Schwefelsäure ihr Gewicht nicht verändern und bei 78° schmelzen. Er lässt sich nicht sublimiren. Er ist in Weingeist und Aether sehr leicht löslich, die Krystalle zerfliessen schon wenn sie mit Aetherdampf in Berührung kommen. In Wasser löst er sich äusserst langsam und erst nachdem er darin allmählig zerflossen ist, in ganz kleiner Menge. Mit Wasser erwärmt zerfliesst er sogleich zu ölförmigen Tropfen. Beim Verdunsten der wässerigen Lösung bleibt er

als braune klebende Masse von eigenthümlichem Geruch zurück. Mit Bleizucker gibt er einen weissen, in Essigsäure leicht löslichen Niederschlag, Quecksilberchlorid wird davon nicht verändert, neutrales salpetersaures Silberoxyd wird davon augenblicklich in der Kälte reduzirt, beim Erwärmen färbt sich die Flüssigkeit braungelb. Fehling'sche Kupferlösung wird von ihm in der Kälte grün gefärbt, beim Erwärmen scheidet er daraus rothes Kupferoxydul ab. Durch Eisenchlorid wird die wässerige Lösung des Aethers schön dunkelblau gefärbt, die Farbe verschwindet jedoch ganz rasch, indem sie in gelb übergeht und durch Erwärmen rasch sehr schön braunroth wird.

In der Hoffnung, das Amid der Oxysalicylsäure darzustellen, habe ich den reinen Aether mit concentrirter wässeriger Ammoniaklösung übergossen und während einiger Tage verschlossen stehen gelassen. Es trat rasch Bräunung ein, allmählig wurde die Lösung ganz schwarz, und beim Verdunsten derselben im luftleeren Raum blieb nur eine schwarze, huminähnliche Masse zurück.

Ich löste darauf den Oxysalicylsäureäther in absolutem Aether, sättigte mit trockenem Ammoniakgas und stellte das Gefäss einige Tage verschlossen bei Seite. Schon während des Einleitens von Ammoniak trat Trübung ein, es setzten sich besonders im Leitungsrohr kleine farblose Krystalle ab, und nach einigen Tagen fand ich die Wand des Kolbens ganz mit ziemlich langen, dendritisch gruppirten Nadeln überzogen. Diese waren ohne Zweifel das Amid der Oxysalicylsäure, aber es war mir nicht möglich,

sie zu analysiren oder näher zu untersuchen, denn kommen die Krystalle auch nur einige Secunden mit der Luft in Berührung, so tritt Zersetzung ein, indem sie zu einem braun gefärbten Oel zerfliessen.

5. Opinsäure und Isopinsäure.

Nachdem, wie im vorhergehenden Abschnitt mitgetheilt, durch wiederholte Versuche festgestellt war, dass die Oxysalicylsäure stets ohne Krystallwasser anschiesst, war zugleich der Beweis geliefert, dass die Hypogallussäure von Matthiessen und Foster eine wesentlich verschiedene Säure sei. Um sie weiter mit der Oxysalicylsäure vergleichen zu können, habe ich sie durch Einwirkung von Jodwasserstoff auf Hemipinsäure dargestellt.

Nach Matthiessen und Foster[1]) soll man die Hemipinsäure mit Sicherheit und in grosser Menge erhalten, wenn Opiansäure mit einem Ueberschuss sehr starker Kalilauge erhitzt wird; es soll dabei eine Spaltung eintreten entsprechend der Gleichung

$$\underset{\text{Opiansäure}}{2C_{10}H_{10}O_5} = \underset{\text{Meconin}}{C_{10}H_{10}O_4} + \underset{\text{Hemipinsäure}}{C_{10}H_{10}O_6}$$

Ich zweifle nicht daran, dass diese Spaltung eintreten kann, aber sie ist dann wesentlich abhängig von dem Concentrationsgrad der Kalilauge und dem Grad und der Dauer der Erhitzung, worüber Matthiessen und Foster in der citirten Abhandlung nichts angegeben haben. Als ich Opiansäure, nach Wöhlers Verfahren dargestellt, mit Kalilauge von 1,38 spez. Gew. bis zum mässigen Schäumen er-

---

[1]) Annal. der Chem. und Ph. Supplem. I. 332.

hitzte, färbte sich die Lösung zuerst citronengelb, später bräunlichgelb, worauf das Schäumen fast ganz aufhörte. Als dieser Punkt eingetreten war, liess ich erkalten, verdünnte mit Wasser und neutralisirte mit Salzsäure. Darauf wurde zur Extraction des Meconins mit Aether geschüttelt, der aber nichts aufnahm. Es wurde nun mit Salzsäure übersättigt und eine zweite Behandlung mit Aether vorgenommen, um Meconin und Hemipinsäure gleichzeitig auszuziehen. Beim Verdunsten der ätherischen Lösung blieb aber nur ein brauner dickflüssiger Syrup zurück, der zwar stark sauer reagirte, aus dem aber weder Meconin noch Hemipinsäure anschossen. Offenbar war beim Erhitzen der Opiansäure mit Kalilauge eine tiefgreifende Zersetzung eingetreten, und möglicherweise war Hypogallussäure dabei entstanden, denn die wässerige Lösung des Syrups wurde durch Eisenchlorid prachtvoll blau gefärbt; es gelang mir aber nicht diese Säure in krystallinischer Form zu gewinnen.

Ich stellte darauf die zu meinen Versuchen dienende Hemipinsäure nach den Angaben von Wöhler durch Oxydation von Opiansäure mittelst Bleisuperoxyd und Schwefelsäure dar.

Nach Matthiessen und Foster[1]) entsteht die Hypogallussäure, wenn man concentrirte Jodwasserstoffsäure oder auch Chlorwasserstoffsäure längere Zeit auf Hemipinsäure einwirken lässt:

$$\underbrace{C_{10}H_{10}O_6}_{\text{Hemipinsäure}} + 2HJ = 2CH_3J + CO_2 + \underbrace{C_7H_6O_4}_{\text{Hypogallussäure}}$$

während bei kürzer dauernder Einwirkung eine inter-

---

[1]) Annal. der Chem. und Ph. Supplem. I. 333 und II. 378.

mediäre Säure auftreten soll, deren Bildung sie durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$\underbrace{C_{10}H_{10}O_6}_{\text{Hemipinsäure.}} + HCl = CH_3Cl + CO_2 + \underbrace{C_8H_8O_4}_{\text{intermediäre Säure}}$$

Diese intermediäre Säure krystallisirt nach Matthiessen und Foster, in langen dünnen Prismen ohne Krystallwasser, sie ist sehr schwer löslich in Wasser, schmilzt nicht bei 245° und gibt mit Eisenchlorid keine Färbung.

Um die Bildung dieser Säure zu vermeiden, habe ich bei meinen ersten Versuchen die Hemipinsäure ziemlich lange mit Jodwasserstoff erhitzt. Bei Anwendung von 2—3 Grm. Säure etwa eine halbe Stunde lang. Hernach wurde die Jodwasserstoffsäure in sehr gelinder Wärme oder auch freiwillig über Schwefelsäure und Kalk verdunstet. Das Resultat war aber ungenügend. Die Hypogallussäure scheint sich bei lange dauernder Einwirkung von Jodwasserstoff noch weiter zu zersetzen, denn die Ausbeute fiel sehr spärlich aus. Auch als ich den Jodwasserstoff mit Bleiessig zu entfernen suchte, wurde kein günstigeres Resultat erzielt.

Nach mehrfach abgeänderten Versuchen scheint mir folgendes Verfahren zur Darstellung der Hypogallussäure am zweckmässigsten zu sein. Die Hemipinsäure wird in einem Kölbchen mit etwas ganz concentrirter Jodwasserstoffsäure übergossen und vorsichtig über einer Spirituslampe erwärmt, bis eben einige Gasblasen sich zu entwickeln beginnen. Dann entfernt man den Kolben vom Feuer und schwenkt ihn, bis die Gasentwicklung aufhört. Diess Erwärmen und Umschwenken hat man so lange zu wiederholen,

als sich bei nicht verstärktem Feuer noch Gasblasen entwickeln. Nimmt man jetzt einen Tropfen der Flüssigkeit, verdünnt mit Wasser und setzt etwas Eisenchlorid hinzu, so zeigt die tiefblaue Färbung, dass eine reichliche Menge Hypogallussäure gebildet ist.

Um sie von der Jodwasserstoffsäure zu befreien, vermischt man mit einer reichlichen Menge Wasser, setzt einen Ueberchuss von Quecksilberoxyd hinzu, und erhitzt so lange, bis die Flüssigkeit nur noch schwach gelb gefärbt erscheint. Nach der Filtration scheidet sich beim Erkalten gewöhnlich noch eine geringe Menge Quecksilberjodid ab, wovon man die Lösung der Säure abgiesst. Zur vollständigen Entfärbung digerirt man endlich mit etwas frisch geglühter reiner Blutkohle, filtrirt und verdampft zur Krystallisation.

Bei einer gewissen Concentration schiessen beim Erkalten farblose Prismen an, erst weit später krystallisirt die Säure, welche die Eigenschaften der Hypogallussäure besitzt. Beide Säuren weichen in der Löslichkeit hinreichend von einander ab, um sie durch wiederholte Krystallisation vollständig trennen zu können.

Die zuerst anschiessende Säure hielt ich anfangs für die intermediäre Säure von Matthiessen und Foster. Wie die weitere Untersuchung ergab, weicht sie davon aber nicht nur im Schmelzpunkt und in ihrem Verhalten gegen Eisenchlorid, sondern auch in der Zusammensetzung wesentlich ab; sie ist also eine neue Säure, für die ich den Namen Opinsäure vorschlage.

Die Opinsäure krystallisirt in farblosen glänzenden Prismen von ungefähr 1 Centimeter Länge, unter Umständen auch in dünnen Tafeln. Die Krystalle werden beim Aufbewahren an der Luft allmählig citronengelb, sie lösen sich, besonders beim Erhitzen, reichlich in Wasser, ebenfalls in Weingeist, während sie von Aether nur spurweise gelöst werden. Die Lösungen reagiren stark sauer, indess scheint sich die Säure mit Quecksilberoxyd nicht verbinden zu können. Vermischt man die Lösung der Säure mit ammoniakalischer Silbernitratlösung, so beobachtet man keine Abscheidung von Silber, erst nach längerem Stehen entsteht allmählig ein grauer pulveriger Silberniederschlag. Setzt man die Säure zu einer alkalischen Lösung von weinsaurem Kupferoxyd, so beobachtet man beim Erhitzen keine Reduction von Kupferoxydul. Durch Eisenchlorid wird die Lösung prachtvoll lila (bläulich violett) gefärbt.

Die lufttrockene Opinsäure verändert ihr Gewicht nicht über Schwefelsäure, während sie bei 100° bedeutende Gewichtsabnahme zeigt. Erhitzt man sie höher, so verwandelt sie sich schon bei 105° in eine milchweisse zähe Masse, ohne aber wirkliche Schmelzung zu zeigen. Erst bei 148° schmilzt sie zu einer klaren gelblichen Flüssigkeit zusammen, während gleichzeitig schwache Sublimation stattfindet. Verbrennt man sie auf Platinblech, so entwickelt sie einen höchst angenehmen Vanillegeruch, der, wenn die Säure nur bis zum Schmelzpunkt erhitzt wird, nicht wahrgenommen wird.

0,2546 Grm. lufttrockene Opinsäure verloren bei Luftabschluss auf 100° erhitzt 0,0386 Grm. = 15,16

Proc. Wasser, und gaben bei der Elementaranalyse 0,434 Grm. Kohlensäure und 0,0624 Grm. Wasser; im Ganzen also 0,0386 + 0,0624 = 0,101 Grm. Wasser.

Aus diesen Verhältnissen berechnet sich folgende procentische Zusammensetzung der lufttrocknen Säure:

	berechnet		gefunden
14 At. Kohlenstoff	168	46,67	46,49
16 At. Wasserstoff	16	4,44	4,41
11 At. Sauerstoff	176	48,89	49,10
	360	100,00	100,00

Nach der obigen Bestimmung verlor die Säure bei 100° 15,16 Proc. Wasser, während 3 Molecüle Wasser genau 15 Proc. betragen würden. Wir gelangen also zu folgender Formel für die lufttrockene Opinsäure $C_{14}H_{10}O_8 + 3H_2O$.

Vergleichen wir diese Formel mit der der Oxysalicylsäure, die Matthiessen und Foster auch für die Hypogallussäure angenommen haben, so ergibt sich folgendes Verhältniss:

$$\underbrace{2C_7H_6O_4}_{\text{Oxysalicylsäure}} - H_2 = \underbrace{C_{14}H_{10}O_8}_{\text{Opinsäure}}$$

Leider reichte die Ausbeute an Opinsäure nur aus, um ihre Eigenschaften und die Zusammensetzung festzustellen; mit dem Studium ihrer Salze und ihrer Spaltungsprodukte werde ich mich beschäftigen, sobald mir neues Material zur Verfügung steht.

Wird die Mutterlauge, welche bei der Darstellung der Opinsäure gewonnen ist, weiter verdunstet, so schiesst erst bei bedeutender Concentration eine zweite Säure gewöhnlich in Warzen an, welche die Eigenschaften der Hypogallussäure besitzt, deren Lösung

namentlich durch Eisenchlorid prachtvoll blau gefärbt wird.

Matthiessen und Foster gaben der lufttrockenen Säure die Formel $C_7H_6O_4 + \frac{3}{2}H_2O$, welcher ein Wassergehalt von 14,92 Proc. entspricht, der bei 100° entweicht. Meine Versuche führten zu dem gleichen Wassergehalt, bei anhaltendem Erhitzen auf 100° wird die Gewichtsabnahme aber grösser, sie kann auf 16 Proc. und sogar noch etwas höher steigen, wie mir scheint ein deutliches Zeichen, dass sich die Säure bei 100° allmählig zersetzt. Ich habe desshalb die bei 100° getrocknete Säure nicht analysirt, zumal da ich fand, dass die lufttrockene Säure über Schwefelsäure sehr bald ²/₃ ihres Wassergehaltes verliert, während das letzte ¹/₃ weit fester gebunden ist.

0,3436 Grm. der über Schwefelsäure getrockneten Säure gaben bei der Verbrennung 0,6518 Grm. Kohlensäure und 0,1171 Grm. Wasser übereinstimmend mit der Formel $C_{14}H_{12}O_9$

	berechnet		gefunden
14 At. Kohlenstoff	168	51,85	51,74
12 At. Wasserstoff	12	3,71	3,79
9 At. Sauerstoff	144	44,44	44,47
	324	100,00	100,00

0,402 Grm. der über Schwefelsäure getrockneten Säure verloren ferner bei 100° 0,026 Grm. = 6,47 Proc. an Gewicht, während der Formel $C_{14}H_{10}O_8 + H_2O$ ein Wasserverlust von 5,6 Proc. entspricht.

Die lufttrockene Säure endlich enthält 3 Molecüle Wasser oder 15 Proc., was mit den Versuchen nahe übereinstimmt. Ihre Formel ist $C_{14}H_{10}O_8 + 3H_2O$.

Die sog. Hypogallussäure hat also eine von der

Oxysalicylsäure wesentlich abweichende Zusammensetzung, sie enthält weniger Wasserstoff wie diese, und da somit die von Matthiessen und Foster vermuthete Beziehung zwischen Hypogallussäure und Gallusäure dahinfällt, so kann auch der Name nicht wohl beibehalten werden. Die Säure ist der Opinsäure isomer, ich nenne sie desshalb Isopinsäure. Ihre Bildung aus der Hemipinsäure durch Einwirkung von Jodwasserstoff, erklärt die folgende Gleichung:

$$\underbrace{2C_{10}H_{10}O_6}_{\text{Hemipinsäure}} + 4HJ = 4CH_3J + \underbrace{C_2H_2O_4}_{\text{Oxalsäure}} + \underbrace{C_{14}H_{10}O_8}_{\text{Isopinsäure}}$$

Die bei der Darstellung der Säure beobachtete Kohlensäureentwicklung rührt her von einer weitern Zersetzung der Oxalsäure. Ich habe mich durch einen directen Versuch davon überzeugt, dass diese Säure beim Erhitzen mit conc. Jodwasserstoffsäure in gleicher Weise zersetzt wird, wie durch concentrirte Schwefelsäure, sie zerfällt in Wasser, Kohlensäure und Kohlenoxyd.

$$C_2H_2O_4 = H_2O + CO_2 + CO.$$

Die Isopinsäure unterscheidet sich von der Opinsäure nicht nur durch ihre Krystallform, durch ihre Löslichkeit in Wasser und ihr Verhalten gegen Eisenchlorid, sondern wesentlich durch die Art wie das Krystallwasser gebunden ist. Während die Opinsäure ihr Gewicht über Schwefelsäure nicht verändert, verliert die Isopinsäure sehr bald $^2/_3$ von ihrem Wassergehalt.

Die Isopinsäure ist leicht löslich in Wasser, ebenfalls leicht löslich in Weingeist, während sie von reinem Aether nur wenig gelöst wird. Die Lösungen

reagiren stark sauer. In der Regel krystallisirt sie in Warzen, die aus zarten Nadeln verwebt sind, seltener findet man die Nadeln grösser und kammartig verwachsen, dann gestreckte Tafeln mit zackigen Rändern darstellend, oder auch in platte geschobene Tafeln übergehend. Niemals habe ich sie in grössern gut ausgebildeten Prismen wie die Opinsäure erhalten. Beim Umkrystallisiren zeigt sie grosse Neigung zu effloresciren und der Theil, welcher sich an der Schalenwand in die Höhe gezogen hat, wird dabei leicht braun. Die Lösung wird selbst bei grosser Verdünnung durch Eisenchlorid tief blau gefärbt, und wendet man einen Ueberschuss von Eisenchlorid an, so wird sie braun. Wird die Lösung der Säure mit Ammoniak neutralisirt und mit Silbernitrat vermischt, so erfolgt sofort Reduction, und Silber scheidet sich in Form eines grauen Pulvers ab, ebenfalls wird Kupferoxyd zu Oxydul reducirt, wenn man die Säure zu einer Lösung von weinsaurem Kupferoxyd in Kali bringt und erwärmt. Ueberhaupt ist die Veränderlichkeit der Säure sehr gross, vorzüglich in Berührung mit Basen. Es ist mir desshalb noch nicht gelungen, Salze von constanter Zusammensetzung darzustellen.

Wird die bei 100° getrocknete Säure weiter in einem Glasröhrchen erhitzt, so beobachtet man bei 130° Anfang von Sublimation, bei 135° wird sie weich und bei 144° fängt sie an an den Rändern zu schmelzen, ein wirkliches Zerfliessen findet aber erst bei 148° statt. Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt auch die lufttrockene Säure, nur nimmt man bei dieser schon einige Grade über 100 das sonst erst bei 135° stattfindende Erweichen wahr. Beim Verbrennen auf

Platinblech entwickelt die Isopinsäure denselben angenehmen Geruch wie die Opinsäure.

Opinsäure und Isopinsäure haben also den gleichen oder doch nahezu gleichen Schmelzpunkt. Diess führte mich zu der Vermuthung, dass beide Säuren in einander übergehen könnten, und ich prüfte desshalb die einige Zeit geschmolzenen Säuren auf ihr Verhalten gegen Eisenchlorid. Dabei stellte es sich heraus, das die Lösung der geschmolzenen Opinsäure lila gefärbt wird, ebenso wie die nicht geschmolzene Säure; die der geschmolzenen Isopinsäure dagegen wird durch Eisenchlorid nicht mehr blau, aber ebensowenig lila, sondern rein grün. Daraus ergibt sich allerdings, dass die Isopinsäure beim längern Schmelzen eine Veränderung erleidet, vielleicht unter Abspaltung von Kohlensäure; eine Umwandlung in Opinsäure findet dagegen nicht statt.

Ueberblicken wir die Resultate der vorliegenden Untersuchung und vergleichen wir zunächst die Salze der Jodsalicylsäuren mit denen der isomeren Jodparaoxybenzoesäuren, so stossen wir auf grosse und auffallende Verschiedenheiten. Nicht allein zeigen die jodparaoxybenzoesauren Salze fast durchweg einen grössern Krystallwassergehalt wie die entsprechenden jodsalicylsauren Salze, sondern wir treffen auf einen viel wesentlicheren Unterschied bei Vergleichung der basilen Eigenschaften jener Säuren.

Monojodsalicylsäure und Dijodsalicylsäure vermögen nur 1 Aequivalent Kohlensäure aus den Carbonaten auszutreiben und bilden durch Vertretung

eines Wasserstoffatoms durch basenbildende Metalle völlig neutral reagirende Salze, während durch Vertretung zweier Wasserstoffatome basische, stark alkalisch reagirende Salze entstehen. Die jodirten Säuren besitzen also noch ganz den Charakter der Salicylsäure von der sie abstammen, sie sind zweiatomige einbasische Säuren.

Monojodparaoxybenzoesäure und Dijodparaoxybenzoesäure sind dagegen nach den Untersuchungen von Peltzer[1]) deutlich ausgesprochene zweibasische Säuren, sie können 2 Aequivalente (1 Molecül) Kohlensäure aus den Carbonaten austreiben und nach Peltzer's Angabe bei dem Natronsalz der Monojodparaoxybenzoesäure reagiren die Salze erst dann neutral, wenn zwei Wasserstoffatome durch basenbildende Metalle vertreten sind, während bei Vertretung von nur einem Wasserstoffatom sauer reagirende Salze resultiren.

Diese höchst auffallende Verschiedenheit darf nicht ausser Acht gelassen werden, wenn man die chemische Constitution der isomeren Salicylsäure und Paraoxybenzoesäure zu erklären sucht; ehe dieses aber mit Erfolg geschehen kann, scheint mir eine Untersuchung und Vergleichung der von der Oxybenzoesäure sich ableitenden jodirten Säuren unerlässlich zu sein.

Es hat sich ferner aus der vorliegenden Untersuchung herausgestellt, dass Hypogallussäure und Oxysalicylsäure nicht nur nicht identisch, sondern nicht einmal isomer sind. Demnach kennen wir aus der Reihe der Dioxybenzoesäuren gegenwärtig nur zwei,

---

[1]) Annal. der Chemie und Ph. **146.** 287.

Oxysalicylsäure und Protocatechusäure (Dioxybenzoesäure Carbohydrochinonsäure).

Was die Hypogallussäure anbetrifft, so tritt dieselbe in zwei Modificationen auf, die ich Opinsäure und Isopinsäure genannt habe, nachdem es sich herausgestellt hatte, dass die Beziehungen welche Matthiessen und Foster zwischen dieser Säure und der Gallussäure vermutheten, nicht vorhanden sind. Opinsäure und Isopinsäure enthalten 1 Atom Wasserstoff weniger wie die Oxysalicylsäure und es ergab sich daraus die Formel $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_8$. Wahrscheinlich werden diese Säuren in derselben Beziehung zum Diphenyl stehen, wie die Oxysalicylsäure und Protocatechusäure zum Benzol. Um hierüber Klarheit zu erlangen, ist zunächst das Studium der Salze und der einfachern Spaltungsprodukte jenerSäuren unerlässlich. Ich hoffe, dass es mir meine Zeit erlauben wird, die Untersuchung bald nach dieser Richtung vervollständigen zu können.

Schliesslich erlaube ich mir, Herrn Professor Städeler für den freundlichen Rath, mit dem er mir bei Ausführung dieser Arbeit stets bereitwillig zur Seite stand, meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Ueber Gesetzmässigkeiten und Berechnung der Verbrennungswärme organischer Verbindungen.

Von

Dr. **Ludimar Hermann,**
Professor der Physiologie an der Universität zu Zürich.

Die bisherigen Versuche, Gesetzmässigkeiten der Verbrennungswärmen aufzustellen, sind grösstentheils deshalb misslungen, weil sie auf die Atomgruppirung keine Rücksicht nahmen; nur in vereinzelten Fällen (für die Ameisensäure von A. Oppenheim[1]), für das Aethylen von G. T. Foster[2])) sind Betrachtungen auf die Constitution gegründet worden, die aber auch für diese Fälle nicht erschöpfend waren. Bei dem heutigen Stande der theoretischen Chemie wird es Niemand zweifelhaft sein, dass z. B. die verschiedene Verbrennungswärme isomerer Verbindungen nur unter Berücksichtigung der Molecularconstitution erklärt werden kann.

Das Folgende enthält einen möglichst kurzen Abriss der Resultate, zu welchen ich, von der heutigen Constitutionslehre ausgehend, gelangt bin; Veranlassung zu diesen Bemühungen bot mir das anerkannte Bedürfniss der Physiologie, Verbrennungswärmen berechnen zu können.[3])

---

[1]) Comptes rendus 1864, 14 Nov.

[2]) Watts, Dict. of Chemistry, Bd. III. 1865. Art. „Heat" S. 106.

[3]) Vgl. z. B. Fick, medicinische Physik, 2. Aufl., p. 174 ff.

1. Die folgenden Betrachtungen fussen auf der jetzt bei der Mehrzahl der Chemiker geltenden Hypothese über die Constitution der Materie. Nach dieser nennt man Molecüle die kleinsten Theilchen eines homogenen Körpers, welche noch die chemische Zusammensetzung des Ganzen haben, Atome dagegen die chemisch verschiedenen Elementartheilchen, in welche sich das Molecül weiter zerlegen lässt; ferner wird angenommen, dass in jedem Molecül die Atome in bestimmter Verkettung an einander haften, so dass zwei Molecüle, welche aus genau denselben Atomen bestehen, dennoch durch verschiedenartige Verkettung der letzteren verschieden sein können (isomere Verbindungen).

Die Festigkeit, mit welcher im Molecül die Atome an einander haften, kann, ganz unabhängig von der Vorstellung, die man sich von der Natur dieser Haftung machen will, ausgedrückt werden durch die Arbeits- oder Wärmemenge, welche nöthig wäre, um die Haftung der Atome vollständig aufzuheben, oder — was dasselbe ist — durch die Wärmemenge, welche frei werden würde, wenn die Atome aus völlig freiem Zustande zu der gegebenen Verkettung sich vereinigten; wir nennen diese Wärmemenge die Verbindungs- oder kürzer die Haftwärme der gegebenen Atomverkettung, specieller die „Atomhaftwärme“ oder „intramoleculäre Haftwärme.“ — Auch die Molecüle haften mit bestimmter Festigkeit aneinander, welche unter anderm mit den Aggregatzuständen wechselt; auch diese Festigkeit findet, unabhängig von weiteren theoretischen Anschauungen, ihren Ausdruck in der zur vollständigen Trennung der Molecüle von ein-

ander erforderlichen Wärmemenge (welche bei Gasen negativ ist), welche ebenfalls als Haftwärme, specieller als „Molecülhaftwärme“ oder „intermoleculäre Haftwärme“ bezeichnet werden kann.

2. Führt man diese Bezeichnungen ein, so ist nach einem bekannten Princip die Wärmemenge V, welche bei irgend einem chemischen Process frei wird, gleich der Summe aller Haftwärmen der nach dem Process vorhandenen chemischen Producte (Σw_P), vermindert um die Summe der Haftwärmen der vor dem Process vorhandenen chemischen Ingredientien (Σw_J), also

$$V = \Sigma w_P - \Sigma w_J;$$

ist diese Differenz negativ, so wird bei dem Process Wärme absorbirt.

Bezeichnet man die intramoleculären oder Atom-Haftwärmen durch w_{aP}, w_{aJ}, die intermoleculären oder Molecülhaftwärmen (welche bei Gasen negativ sind) durch w_{mP}, w_{mJ}, so ist

$$V = (\Sigma w_{aP} + \Sigma w_{mP}) - (\Sigma w_{aJ} + \Sigma w_{mJ}), \text{ oder}$$
$$= (\Sigma w_{aP} - \Sigma w_{aJ}) + (\Sigma w_{mP} - \Sigma w_{mJ}).$$

Das erste Glied dieses Ausdrucks $\Sigma w_{aP} - \Sigma w_{aJ} = W$ bezeichnet die durch die Atomumlagerung innerhalb der Molecüle frei werdende Wärme oder die intramoleculäre Verbrennungswärme. Das zweite Glied bezeichnet die Wärmemenge, welche durch Veränderungen in der gegenseitigen Anziehung der Molecüle auftritt.

3. Nur für die intramoleculären Verbrennungswärmen (W) sind einfache Gesetzmässigkeiten zu erwarten. Man muss daher, um Gesetzmässigkeiten aufzustellen, jene zunächst aus den direct experimentell gefundenen Verbrennungswärmen V ableiten. Dies geschieht folgendermassen.

a. Wenn sowohl Ingredientien als Producte gasförmig sind und gleiches Volum einnehmen, ferner die Temperatur am Anfang und am Ende des Processes dieselbe ist (was bei calorimetrischen Bestimmungen annähernd der Fall ist), so ist das Glied $\Sigma w_{mP} - \Sigma w_{mJ} = 0$, also $W = V$. Denn da äquivalente Gasgewichte (welche also gleich viel Molecüle enthalten) bei gleicher Temperatur gleichen Raum einnehmen, so ist die abstossende Kraft der Gas-Molecüle unabhängig von der Beschaffenheit derselben und nur abhängig von der Temperatur; gleiche Gasvolumina von gleicher Temperatur haben also gleiche intermoleculäre Abstossung, also $\Sigma w_{mP} = \Sigma w_{mJ}$.

b. Wenn wiederum Ingredientien und Producte gasförmig sind, das Volum aber, d. h. (bei gleicher Temperatur) die Anzahl der Molecüle, sich ändert, so ist Σw_{mP} und Σw_{mJ} verschieden. Für den Fall, dass die specifische Wärme der Producte und Ingredientien dieselbe wäre, ist die Grösse $\Sigma w_{mJ} - \Sigma w_{mP}$, wie sich auf einfache Weise ableiten lässt, bei 760 Mm. Druck und t°, wenn das Gasvolum (für 0°) der Ingredientien $= x$, das der Producte $= x_1$ Ccm. ist, gleich $(x_1 - x)$ $0{,}02449\ (1 + 0{,}003665\ t)$ Caloris.[1] Das Gasvolum lässt sich aber leicht aus der Verbrennungsgleichung (s.p.46) ableiten, in welcher jedes Molecül, wenn man darunter

---

[1]) Um diess abzuleiten, müssen wir, wie bemerkt, die Annahme machen (welche erst für so hohe Temperaturen, dass die Dämpfe den Zustand vollkommener Gase annehmen, annähernd gilt), dass die specifische Wärme eines Gases gleich sei der Summe der specifischen Wärmen seiner Elemente, dass demnach die specifische Wärme der Mischung, welche die gasförmigen Verbrennungsproducte bilden, gleich sei der specifischen Wärme der Ingredientienmischung (da beide

soviel Grm. versteht, als die Aequivalentzahl Einheiten hat, bei 0° den Raum von 22320 Ccm. einnimmt (der Raum von 1 Mol. oder 2 Grm. H_2). Ist daher a die Anzahl der Molecüle auf der Ingredientienseite der Verbrennungsgleichung, a_1 dieselbe auf der Productenseite,

---

Mischungen dieselben Elemente, nur anders vertheilt, enthalten). Der Fehler dieser Annahme ist, wie man sehen wird, von höchst geringfügigem Einfluss.

Wenn nun das Gasvolum der Ingredientien x (Ccm.) durch den Verbrennungsprocess auf das Volum x_1 (bei gleichbleibender Temperatur t) vergrössert wird, so wird es eine Temperatur t_1 geben, auf welche man das Volum x der Ingredientien erhitzen müsste, damit sie ebenfalls das Volum x_1 einnehmen. Die Temperatur t_1 ergibt sich aus der Gleichung

$$x_1 = x\,(1 + 0{,}003665\,[t_1 - t]),$$

wonach

$$t_1 = t + \frac{x_1 - x}{0{,}003665\,x}.$$

Die zu dieser Erhitzung erforderliche Wärmemenge ist, wenn p das Gewicht der Ingredientien in Grm., s die specifische Wärme ihrer Mischung: $p\,s\,(t_1 - t)$ Caloris.

Mit einem Aufwande von $p\,s\,(t_1 - t)$ Caloris kann man also das Volum der Ingredientien auf dieselbe Grösse bringen, welche die Producte des chemischen Processes ohne Temperaturerhöhung einnehmen. Diese beiden, gleiches Volum einnehmenden Gasmischungen von verschiedener Temperatur unterscheiden sich aber (s. oben sub a) in ihrer intermoleculären Abstossung gerade so, wie ein und dasselbe Gas, wenn es einmal bei t^0 vorhanden ist, ein anderes Mal aber, ohne sich ausdehnen zu können, auf t_1^0 erhitzt ist. Im letztern Falle ist aber die ganze dem Gase übertragene Wärmemenge — nämlich $p\,\sigma\,(t_1 - t)$ Caloris, worin p das Gewicht in Grm., σ die specifische Wärme bei gleichbleibendem Volum — zur Vermehrung der intermoleculären Abstossungen verwandt worden, und die Vermehrung kann demnach durch die Grösse $p\,\sigma\,(t_1 - t)$ Cal. ausgedrückt werden. Die intermoleculäre Abstossung der auf t_1 Grad erwärmten Ingredientien ist also um $p\,\sigma\,(t_1 - t)$ Cal. grösser als die der Producte bei t^0; zur Erwärmung der ersteren wurden aber verbraucht $p\,s\,(t_1 - t)$ Cal., also übertrifft

so ist die mit dem Process verbundene Volumänderung $x_1 - x = (a_1 - a)\,22320$, und für 1 Grm. einer Substanz berechnet, deren Mol.-Gewicht $= m$ ist: $x_1 - x = \frac{a_1 - a}{m}\,22320$. Also ist $\Sigma w_{mJ} - \Sigma w_{mP} = \frac{a_1 - a}{m}\,.\,0{,}02449\,.\,22320\,(1 + 0{,}003665\,t)$. Setzt man $t = 15°$ (s. unten), so ist $\Sigma w_{mJ} - \Sigma w_{mP} = \frac{a_1 - a}{m}\,.\,576{,}6$. Obwohl

---

die intermoleculäre Abstossung der Ingredientien bei t^0, die der Producte bei t^0 um

$$p\,\sigma\,(t_1 - t) - p\,s\,(t_1 - t) = p\,(\sigma - s)\,(t_1 - t) \text{ Caloris,}$$

oder die der Producte übertrifft die der Ingredientien um

$$p\,(s - \sigma)\,(t_1 - t) \text{ Caloris,}$$

oder, mit Einsetzung des obigen Werthes für t_1, um

$$\frac{p\,(s - \sigma)\,(x_1 - x)}{0{,}003665\,x} \text{ Caloris.}$$

Dieser Ausdruck ist, wenn $x_1 > x$, d. h. wenn der Process mit Volumzunahme verbunden ist, positiv (da $s > \sigma$).

Bei Volumveränderungen ist also, sobald man bezüglich der specifischen Wärme die oben ausgesprochene Annahme macht,

$$\Sigma w_{mP} - \Sigma w_{mJ} = -\frac{p\,(s - \sigma)\,(x_1 - x)}{0{,}003665\,x}$$

also

$$W = V + \frac{p\,(s - \sigma)\,(x_1 - x)}{0{,}003665\,x},$$

worin x das Gasvolum der Ingredientien, x_1 das der Producte, s die specifische Wärme der Gasmischung bei constantem Druck, σ dieselbe bei constantem Volumen. Den Ausdruck $\frac{p\,(s - \sigma)\,(x_1 - x)}{0{,}003665\,x}$ kann man noch bedeutend vereinfachen, wenn man für $\frac{p}{x}$, das heisst Gewicht der Ingredientien durch ihr Volum dividirt, deren specifisches Gewicht π einsetzt; dasselbe ist (Luft $= 1$) $= \frac{770\,p}{x}$, also $\frac{p}{x} = \frac{\pi}{770}$; der Ausdruck wird also

$$\frac{\pi\,(s - \sigma)\,(x_1 - x)}{770\,.\,0{,}003665},$$

dieser Ausdruck nur für die Fälle gilt, wo die specifische Wärme der Producte und Ingredientien gleich ist, werden wir ihn doch für alle Fälle beibehalten, da der hierdurch gemachte Fehler gegenüber den andern unvermeidlichen verschwindet.

---

worin π das specifische Gewicht der Ingredientiengase (Luft = 1). Nun ist aber $\pi (s - \sigma)$ eine Constante, nämlich = 0,0691 *); also haben wir

$$W = V + \frac{0{,}0691\,(x_1 - x)}{770\,.\,0{,}003665} = V + 0{,}02449\,(x_1 - x).$$

Die Grösse $0{,}02449\,(x_1 - x)$ erhält man fast übereinstimmend noch auf einem anderen, viel einfacheren Wege als die Arbeit, welche bei der einfachen Ausdehnung eines Gasvolums von x Ccm. auf das Volum x_1 (unter gewöhnlichem Luftdruck) geleistet wird. Dies ergibt sich aus folgender bekannten Betrachtung: Denkt man sich die Gasmenge von x Ccm. in ein Rohr von 1 □ Cm. Querschnitt eingeschlossen, in welchem es also eine Länge von x Cm. einnimmt, und lässt das Gas bei seiner Ausdehnung auf x_1 Ccm. einen gewichtslosen Kolben vor sich her schieben, so beträgt der Weg des Kolbens offenbar $x_1 - x$ Cm. Auf dem Kolben (1 □ Cm. Fläche) lastet nun ein Luftdruck von 1033,4 Grm. Die Arbeit des Fortschiebens beträgt also $(x_1 - x)$ 1033,4 Centigrammmeter, oder $(x_1 - x)$ 10,334 Grammmeter. Diese Arbeit ist aber in Wärmeeinheiten ausgedrückt (1 Grammmeter $= \frac{1}{425{,}5}$ Cal.) $= (x_1 - x)\frac{10{,}334}{425{,}5} = (x_1 - x)\,0{,}02429$, was vom obigen Werthe nur unbedeutend abweicht. Die Gesammtarbeit also, welche durch die Ausdehnung eines Gasvolums unter dem Einfluss chemischer Veränderungen geleistet wird, ist dieselbe, als wenn die Ausdehnung durch Erwärmung erfolgt wäre;

---

*) Die Ausdehnung eines Gasgewichts p bei der Erwärmung um 1° ist = einer Arbeit von $p\,(s - \sigma)$ Cal.; das Volum v dieses Gewichts ist $= \frac{p}{\pi}$, worin π das specifische Gewicht des Gases (Luft = 1); die Ausdehnung eines Gasvolums v bei der Erwärmung um 1° repräsentirt also die Arbeit $v\pi(s - \sigma)$. Da nun gleiche Volumina aller Gase bei der Erwärmung um einen Grad sich um gleich viel ausdehnen, so muss die Grösse $\pi\,(s - \sigma)$ für alle Gase gleich sein. Aus der Luft (wo $\pi = 1$, $s = 0{,}2377$, $\sigma = 0{,}1686$) berechnet sich $\pi\,(s - \sigma) = 0{,}0691$.

Silbermann (Ann. de chimie et physique,
) gefundenen totalen (V).

	Bemerkungen.
05	$a_1 - a = \frac{n}{2} \cdot - L_J$ aus der lat. Wärme des Alkohol-dampfs berechnet.
20	
60	
37	
33?	$a_1 - a = \frac{n}{2} \cdot - L_J$ aus Wasserdampf berechnet.
18	
32	
21	
02	
99	$a_1 - a = \frac{n}{2} \cdot - L_J$ aus Aetherdampf berechnet.
02	
04	$a_1 - a = \frac{n}{2} \cdot - L_J$ aus Essigätherdampf berechnet.
63	
68	
24	
78	
16	
14	
60	
99	
65	

Tabelle 1.

Ableitung der intramoleculären Verbrennungswärmen (W) aus den von Favre und Silbermann (Ann. de chimie et physique, 3e série, XXXIV. 357—450, XXXVI. 5—47, XXXVII. 405—508) gefundenen totalen (V).

Gruppe.	Substanz.	Formel.	m	V	L_J	$\frac{a_1-a}{m} \cdot 576,6$	L_p	W	Bemerkungen.
Alkohole	Holzgeist	CH_4O	32	5307.1	322,9	+ 9,0	634,5	**5005**	$a_1 - a = \frac{n}{2}$. — L_J aus der lat. Wärme des Alkoholdampfs berechnet.
$C_nH_{2n+2}O$	Weingeist	C_2H_6O	46	7183,6	224,6	+ 12,5	700,3	**6720**	
	Amylalkohol	$C_5H_{12}O$	88	8958,6	117,4	+ 16,4	732,2	**8360**	
	Cetylalkohol	$C_{16}H_{34}O$	242	10629,2	42,7	+ 19,1	754,4	**9937**	
Säureu	Ameisensäure	CH_2O_2	46	1900?*)	210,0	+ 6,3	233,4	**1883?**	$a_1 - a = \frac{n}{2}$. — L_J aus Wasserdampf berechnet.
$C_nH_{2n}O_2$	Essigsäure	$C_2H_4O_2$	60	3505	161,0	+ 9,6	358,0	**3318**	
	Buttersäure	$C_4H_8O_2$	88	5647	109,7	+ 13,1	488,1	**5282**	
	Baldriansäure	$C_5H_{10}O_2$	102	6439	94,7	+ 14,1	526,4	**6021**	
	Palmitinsäure	$C_{16}H_{32}O_2$	256	9316,5	38,5	+ 18,0	671,2	**8702**	
Aether	Aethyläther	$C_4H_{10}O$	74	9027,6	91,6	+ 15,6	725,6	**8109**	$a_1 - a = \frac{n}{2}$. — L_J aus Aetherdampf berechnet.
$C_nH_{2n+2}O$	Amyläther	$C_{10}H_{22}O$	158	10188	42,9	+ 18,2	747,6	**9502**	
Aether	Ameisensäure-Methyläther	$C_2H_4O_2$	60	4197,4	155,2	+ 9,6	358,0	**4004**	$a_1 - a = \frac{n}{2}$. — L_J aus Essigätherdampf berechnet.
$C_nH_{2n}O_2$	Essigsäure-Methyläther .	$C_3H_6O_2$	74	5344	112,3	+ 11,7	435,4	**5033**	
	Ameisensäure-Aethyäther	$C_3H_6O_2$	74	5279	112,3	+ 11,7	435,4	**4968**	
	Essigsäure-Aethyläther .	$C_4H_8O_2$	88	6293	105,8	+ 13,1	488,1	**5924**	
	Buttersäure-Methyläther .	$C_5H_{10}O_2$	102	6799	91,3	+ 14,1	526,4	**6378**	
	Baldriansäure-Methyläther	$C_6H_{12}O_2$	116	7376	80,3	+ 14,9	555,5	**6916**	
	Baldriansäure-Aethyläther	$C_7H_{14}O_2$	130	7834,9	71,6	+ 15,5	578,2	**7314**	
	Essigsäure-Amyläther .	$C_7H_{14}O_2$	130	7971,2	71,6	+ 15,5	578,2	**7480**	
	Baldriansäure-Amyläther	$C_{10}H_{20}O_2$	172	8543,6	54,1	+ 16,8	624,4	**7990**	
	Palmitinsäure-Cetyläther	$C_{32}H_{64}O_2$	480	10342,2	19,4	+ 19,2	715,9	**9665**	
Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n+2}	Grubengas	CH_4	16	13063	- -	0	1342,3	**11721**	$a_1 - a = \frac{n-1}{2}$.
Kohlenwasserstoffe	Aethylen	C_2H_4	28	11857,8	—	0	767,1	**11091**	$a_1 - a = \frac{n}{2} - 1$. — L_J aus Terpenthinöl berechnet.
C_nH_{2n}	Amylen	C_5H_{10}	70	11419	133,5	+ 12,4	767,1	**10798**	
	Decylen	$C_{10}H_{20}$	140	11303	66,8	+ 16,5	767,1	**10619**	
	Undecylen	$C_{11}H_{22}$	154	11262	60,7	+ 16,9	767,1	**10573**	
	Cetylen	$C_{16}H_{32}$	224	11055	41,7	+ 18,0	767,1	**10348**	
	Metamylen	$C_{20}H_{40}$	280	10928	33,4	+ 18,5	767,1	**10213**	
Acetone $C_nH_{2n}O$	Aceton	C_3H_6O	58	7303	116,8	+ 9,9	555,5	**6874**	$a_1 - a = \frac{n-1}{2}$. — L_J aus Aether berechnet.
Arom. Substanzen	Phenylsäure	C_6H_6O	94	7842,3	110,0	+ 6,1	342,7	**7616**	$a_1 - a = 1$.
Vermischte	Kohlenoxyd	CO	28	2403	—	− 10,3	—	**2393**	$a_1 - a = -\frac{1}{2}$.
Substanzen	Wasserstoffgas	H_2	2	34462	—	− 144,1	5369,4	**28949**	$a_1 - a = -\frac{1}{2}$.
	Kohlearten	C_x	12x	7295 bis 8080	?	$-\frac{48}{x}$	—	?	$a_1 - a = -1$.
	Cyangas (Dulong) . . .	C_2N_2	52	5195	—	0	—	**5195**	$a_1 - a = 0$.
	Wasserstoffgas in Chlor .	H_2	2	23783,3	—	0	—	**23783**	$a_1 - a = 0$.

*) Diese Zahl ist nur eine Schätzung von Favre und Silbermann, da ihr einziger Versuch fast misslungen ist (vgl. Ann. de chimie et physique, 3e série, XXXIV. 438).

c. Sind einzelne der Ingredientien oder Producte nicht gasförmig, sondern flüssig oder fest, so ist, wie eine einfache Ueberlegung ergibt, $\Sigma w_{mJ} - \Sigma w_{mP} = \frac{a_1 - a}{m} . 576{,}6 + L_J - L_P$, worin L_J die Wärmemenge, welche die Verwandlung der nicht gasförmigen Ingredientien in Dampf von gleicher Temperatur erfordern würde, L_P die Wärmemenge, welche bei der Condensation der nicht gasförmigen Producte aus Dampf von gleicher Temperatur frei werden würde.

d. Ist also V die bei der Verbrennung von 1 Grm. irgend einer Substanz erhaltene Wärmemenge, so ist die intramoleculäre Verbrennungswärme (W):

$$W = V + \frac{a_1 - a}{m} . 576{,}6 + L_J - L_P.$$

Mittels dieser Gleichung sind die intramoleculären Verbrennungswärmen aus den von Favre und Silbermann gefundenen in **Tabelle 1**[1]) abgeleitet. Als Temperatur ist stets 15° angenommen (die mittlere in den Versuchen von F. und S.). — Die Grösse L_J ist, wo sie nicht experimentell bekannt ist, aus der ungefähren Regel abgeleitet, dass die latenten Wärmen der Dämpfe ihren Dichtigkeiten umgekehrt proportional

---

dies gilt aber nur unter der Voraussetzung (s. oben), dass die specifische Wärme der Gasmischung sich durch die chemische Veränderung nicht ändert.

Endlich ist noch der obige Ausdruck, wenn die Volume x und x_1 für 0° gelten, für t° zu multipliciren mit (1 + 0,003665 t), so dass wir also für Volumveränderungen haben:

$$\Sigma w_{mJ} - \Sigma w_{mP} = 0{,}02449\,(1 + 0{,}003665\,t)\,(x_1 - x),$$

worin x das Volum der Ingredientien, x_1 das der Producte, bei 0° gemessen.

[1]) Siehe Beilage A.

sind; als Grundlage der Berechnung für eine Substanz diente stets die latente Wärme einer möglichst nahe stehenden Substanz, wodurch der Fehler möglichst verkleinert wird; — die Schmelzwärmen fester Substanzen, welche bei dem hohen Atomgewicht derselben vermuthlich sehr klein sind, mussten ganz vernachlässigt werden. Bei L_P handelt es sich hier nur um Wasser, dessen Condensationswärme für 1 Grm. (bei 15^c) zu 595,5 Cal. angenommen ist.

4. An den so ermittelten empirischen Werthen der intramoleculären Verbrennungswärmen W kann man nun die auf theoretische Annahmen gegründeten Berechnungen prüfen. Diese Annahmen betreffen natürlich die Grössen der intramoleculären Haftwärmen, aus denen sich dann W sofort ergibt nach der Gleichung $W = \Sigma w_{aP} - \Sigma w_{aJ}$.

Die einfachste, zunächst zu prüfende Annahme betreffs der intramoleculären Haftwärme einer Verbindung ist folgende: Wir betrachten diese Haftwärme als eine Summe von Haftwärmen der einzelnen sich sättigenden Valenzenpaare, und nehmen zunächst an, dass jedem bestimmten Valenzenpaar, so oft es vorkommt, stets dieselbe Haftwärme zukommt. So ist z. B. im Alkoholmolecül 5mal eine C-Valenz mit einer H-Valenz verbunden, mit andern Worten 5 C-H-Valenzenpaare vorhanden, deren Haftwärmen wir vorläufig in jedem Falle als gleich annehmen und mit ch bezeichnen; ferner ist im Alkoholmolecül 1 C-C-Valenzenpaar, 1 C-O- und 1 H-O-Paar vorhanden, deren Haftwärmen wir mit cc, co, ho bezeichnen. Die Haftwärme des Alkoholmolecüls bezeichnen wir demnach mit $5ch + cc + co + ho$ und

zwar gilt diese Bezeichnung für so viel Grm. Alkohol als die Moleculargewichtszahl Einheiten hat; es ist also 5 ch + cc + co + ho die intramoleculäre Haftwärme von 46 Grm. Alkohol; ebenso ist die intramoleculäre Haftwarme von 1 Molecül oder 16 Grm. Grubengas (CH_4) = 4 ch, die von 18 Grm. Wasser (H_2O) = 2 ho, von 2 Grm. Wasserstoffgas (H_2) = hh, u. s. w.[1])

Aus dieser Annahme ergibt sich die intramoleculäre Verbrennungswärme eines Körpers von bekannter Constitution, z. B. des Alkohols, folgendermassen:

---

[1]) Für solche, welche mit der neueren chemischen Constitutionslehre weniger vertraut sind, sei bemerkt, dass nach dieser Lehre jedes Atom mit einer bestimmten Anzahl von Affinitätseinheiten oder Valenzen begabt ist, und dass in den Molecülen einer Verbindung die Atome mittels der Haftung von je zwei Valenzen zusammenhängen. Man nimmt an, dass jedes H-Atom mit 1, jedes O-Atom mit 2, jedes N-Atom mit 3, jedes C-Atom mit 4 Valenzen begabt ist, u. s. w. Chemische Verbindungen lassen sich hiernach in folgender Weise schematisiren:

```
Wasserstoff (H2)      Wasser (H2O)      Ammoniak (NH3)
                                          H     H
     H—H               H—O—H               \ N /
                                             |
                                             H

   Grubengas (CH4)                 Alkohol (C2H6O)
         H                            H   H
         |                            |   |
       H—C—H                        H—C—C—O—H
         |                            |   |
         H                            H   H
```

Hiernach ergeben sich als zugehörige Haftwärmen:

Wasserstoff (H_2)	Wasser (H_2O)	Ammoniak (NH_3)
hh	2ho	3nh
Grubengas (CH_4)		Alkohol (C_2H_6O)
4ch		5ch + cc + co + ho

	(Ingredientien)		(Producte)	
Verbrennungsgleichung:	C_2H_6O +	$3O_2$ =	$2CO_2$ +	$3H_2O$
Intramol. Haftwärme:	5ch+cc+co+ho	3×2oo	2×4co	3×2ho

Intramol. Verbrenn.-W.: (8co+6ho) — (5ch+cc+co+ho+6oo)
= 7co + 5ho — 5ch — cc — 6oo.

Setzt man hierin co + ho — ch — oo = u
2co — cc — oo = v

so wird die intramoleculäre Verbrennungswärme für 46 Grm. Alkohol = 5u + v.

Als zweites Beispiel diene der Essigäther ($C_4H_8O_2$):

	(Ingredientien)		(Producte)	
Verbrennungsgleichung:	$C_4H_8O_2$ +	$5O_2$ =	$4CO_2$ +	$4H_2O$
Intramol. Haftwärme:	8ch + 2cc + 4co	10oo	8co	8ho

Intramol. Verbrenn.-W.: (8co + 8ho) — (8ch + 2cc + 4co + 10oo)
= 4co + 8ho — 8ch — 2cc — 10oo
= 8u + 2v (Verbr.-Wärme von 88 Grm. Essigäther).

Die Grösse u ist offenbar die Verbrennungswärme eines ch-Valenzenpaars, die Grösse v die eines cc-Valenzenpaars. In den gesättigten Verbindungen von C, H, O kommen ausser diesen Valenzenpaaren nur noch co und ho vor, welche nach der obigen Annahme keine Verbrennungswärme haben können. Man kann also nach dieser Annahme die Verbrennungswärme eines Moleciils, ohne erst die Verbrennungsgleichung und die Haftwärmen von Producten und Ingredientien aufzustellen, einfach ableiten, wenn man für jedes ch-Valenzenpaar des verbrennenden Körpers die Grösse u, für jedes cc-Valenzenpaar die Grösse v hinsetzt und diese

addirt. — So ergeben sich als (intramoleculäre) Verbrennungswärmen der

Alkohole $C_nH_{2n+2}O$: — CH_4O : 3u, C_2H_6O : 5u + v, C_3H_8O : 7u + 2v, ... $C_nH_{2n+2}O$: (2n + 1) u + (n — 1) v.

Säuren $C_nH_{2n}O_2$: — CH_2O_2 : u, $C_2H_4O_2$: 3u + v, $C_3H_6O_2$: 5u + 2v, ... $C_nH_{2n}O_2$: (2n — 1) u + (n — 1) v.

Aether $C_nH_{2n+2}O$: (2n + 2) u + (n — 2) v.

Säureäther $C_nH_{2n}O_2$: 2nu + (n — 2) v.

Aceton C_3H_6O : 6u + 2v.

Oxalsäuren $C_nH_{2n-2}O_4$: (2n — 4) u + (n — 1) v.
U. s. w.

Man sieht, dass in jeder homologen Reihe die Verbrennungswärme für jedes zukommende C-Atom um 2u + v zunimmt (was sich auch daraus ergibt, dass durch Eintritt von CH_2 2 ch- und 1 cc-Valenzenpaar hinzukommen). In Oxydationsreihen (z. B. Aethylwasserstoff, Alkohol, Aldehyd, Essigsäure, Glycolsäure, Glyoxalsäure, Oxalsäure) nimmt die Verbrennungswärme mit jedem Glied um u ab (6u + v bis v). — Man sieht ferner, dass isomere Verbindungen ungleiche Verbrennungswärmen haben können (Propionsäure 5u + 2v, Essigsäure-Methyläther 6u + v).

5. Berechnet man aus dieser Annahme die Verbrennungswärmen, indem man für 2u + v den Werth 147000, für u den Werth 55000 (also v = 37000) einführt[1]), so ergibt sich die folgende Tabelle, in welcher die berechneten und gefundenen intramoleculären Verbrennungswärmen zusammengestellt sind.

[1]) 147000 ist die mittlere Differenz der Verbrennungswärmen pro 1 Molecül Substanz in homologen Reihen. — 55000 ist die halbe Differenz der Verbrennungswärme von 1 Molecül oder 46 Grm. Alkohol (5u + v) und 1 Molecül oder 60 Grm. Essigsäure (3u + v). (Die Werthe sind aus Tabelle 1 entnommen).

Tabelle 2.

Gruppe.	Substanz.	Formel.	Molecular-Gew.	Theoret. intramol. Verbr.-W. pro Molecül.	Theoret. intramol. Verbr.-W. pro Grm.	Gefundene intramol. V.-W. pro Grm. (Tab.1)	Differenz zwischen ber. u. gef. Verbr.-W. absol.	in % d. gef.
1. Alkohole	Holzgeist	CH_4O	32	3u	5156	5005	+ 151	3,0
	Weingeist	C_2H_6O	46	5u+v	6783	6720	+ 63	0,9
	Amylalkohol	$C_5H_{12}O$	88	11u+4v	8557	8360	+ 197	2,3
	Cetylalkohol	$C_{16}H_{34}O$	242	33u+15v	9793	9937	— 144	1,4
2. Fette Säuren	Ameisensäure	CH_2O_2	46	u	1196	1883?	— 687?	36,5?*
	Essigsäure	$C_2H_4O_2$	60	3u+v	3367	3318	+ 49	1,5
	Buttersäure	$C_4H_8O_2$	88	7u+3v	5636	5282	+ 354	6,7
	Baldriansäure	$C_5H_{10}O_2$	102	9u+4v	6304	6021	+ 283	4,7
	Palmitinsäure	$C_{16}H_{32}O_2$	256	31u+15v	8828	8702	+ 126	1,4
3. Aether. a. den Alkoholen isomere	Aethyläther	$C_4H_{10}O$	74	10u+2v	8432	8409	+ 23	0,3
	Amyläther	$C_{10}H_{22}O$	158	22u+8v	9532	9502	+ 30	0,3
b. den Säuren isomere	Ameis.-Methyläther	$C_2H_4O_2$	60	4u	3667	4004	— 337	8,4
	Essigs.-Methyläth.	$C_3H_6O_2$	74	6u+v	4959	5033	— 74	1,4
	Ameis.-Aethyläther	$C_3H_6O_2$	74	6u+v	4959	4968	— 9	0,2
	Essigs.-Aethyläther	$C_4H_8O_2$	88	8u+2v	5841	5924	— 83	1,4
	Butters.-Methyläth.	$C_5H_{10}O_2$	102	10u+3v	6480	6378	+ 102	1,6
	Baldr.-Methyläther	$C_6H_{12}O_2$	116	12u+4v	6966	6916	+ 50	0,7
	Baldr.-Aethyläther	$C_7H_{14}O_2$	130	14u+5v	7346	7344	+ 2	0,0
	Essigs.-Amyläther	$C_7H_{14}O_2$	130	14u+5v	7346	7480	— 134	1,8
	Baldr.-Amyläther	$C_{10}H_{20}O_2$	172	20u+8v	8116	7990	+ 126	1,6
	Palmit.-Cetyläther	$C_{32}H_{64}O_2$	480	64u+30v	9644	9665	— 21	0,2
4. Gesättigte Kohlenwasserstoffe	Grubengas	CH_4	16	4u	13750	11721	+2029	17,3
5. Aceton	Aceton	C_3H_6O	58	6u+2v	6966	6874	+ 92	1,3

* S. die Anmerkung zu Tabelle 1 (Beilage A).

6. Die Tabelle zeigt, dass für die meisten Substanzen die gefundenen und berechneten Werthe sehr nahe übereinstimmen, wenn man bedenkt, dass die gefundenen Werthe selbst so ungenau sind, dass die Einzelversuche derselben, noch mehr diejenigen verschiedener Beobachter ungemein differiren, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

1 Grm.	Favre u. Silbermann.		Dulong.	Andrews.	Differenz zwischen Maxim. u. Minim. absol.	pCt. d. Max.
Wasserstoff	34350	bis 34540	34601	33808	793	2,3
Kohlenoxyd	2388,8	„ 2416,6	2490	2413	101	4,1
Holzgeist	5229,7	„ 5380,3	—	—	151	2,8
Weingeist	7112,2	„ 7247,3	6962	6850	397	5,5
Amylalkohol	8889	„ 9022	—	—	133	1,5
Aether	8981,6	„ 9052,2	9431	—	449	4,8
Baldriansäure	6377	„ 6510	—	—	133	2,0
Grubengas	13030	„ 13081	13350	13108	320	2,4

Abweichungen bis zu 5 Proc. könnten also durch Ungenauigkeiten der empirischen Daten erklärt werden. Die Abweichungen in Tab. 2 betragen nun in den meisten Fällen weniger als 2, ja als 1 Proc.

Einige Substanzen, wie Grubengas, Ameisensäure, Ameisensäure-Methyläther, also gerade solche von einfacher Constitution, weichen jedoch so bedeutend ab, dass die sub 4 aufgestellte einfachste Annahme nicht streng richtig sein kann.

7. Es folgt hieraus, dass die Haftwärme eines Valenzenpaars nicht bloss von der Natur der beiden Valenzen abhängt, also nicht in allen Fällen gleich gross ist. Hiefür sprechen auch gewisse chemische Thatsachen, so die grössere Anziehung eines O-haltigen Atomcomplexes zu O, im Vergleich zu demselben

Atomcomplexe, wenn O durch H_2 vertreten ist. Die Haftwärme beispielsweise eines C–H–Valenzenpaars wird also durch die übrigen Bestandtheile der Atomgruppe beeinflusst. Diesem höchst complicirten Sachverhalt kann man sich nun schrittweise annähern, und stets das Resultat jeder Annäherung an der Berechnung der Verbrennungswärme prüfen.

Die erste Annäherung lässt die eben angedeuteten Einflüsse zunächst nur im Bereiche eines Atoms wirken, d. h. für die Haftwärme eines C–H–Valenzenpaares seien nur von Einfluss die anderen Verbindungen des betreffenden C–Atoms, nicht die übrige Zusammensetzung des Molecüls. Hiernach kann die Haftwärme ch folgende verschiedenen Werthe in den fetten C–H–O–Verbindungen haben[1]: $c_{h_3}h$ (im Grubengas), $c_{h_2o}h$, $c_{ho_2}h$, $c_{o_3}h$, $c_{ch_2}h$, $c_{c_2h}h$, $c_{coh}h$, $c_{c_2o}h$. Aehnliche Verschiedenheiten erlangt der Werth co, nur ist hier die Complicirtheit noch grösser, weil streng genommen auch vom O–Atom die zweite Valenz in Betracht kommt, von der wir aber zunächst absehen; auch beschränken wir uns vor der Hand auf die Variationen der Werthe ch und co. Die Haftwärme des Alkohols ist also jetzt: $3c_{ch_2}h + 2c_{c_2h}h + cc + c_{ch_2}o + ho$, und seine Verbrennungswärme $= 8c_{o_3}o - c_{ch_2}o + 5ho - 3c_{ch_2}h - 2c_{c_2h}h - cc - 6oo$. Setzen wir nun

$$u = c_{o_3}o + ho - c_{c_2h}h - oo,$$

und

$$v = 2c_{o_3}o - cc - oo,$$

d. h., wie man leicht sieht, u die Verbrennungswärme

---

[1]) Die kleinen Buchstaben deuten an, wie die 3 übrigen Affinitäten des betreffenden C-Atoms gesättigt sind.

einer ch-Verbindung in den mittleren C-Atomen der fetten Gruppe, v die Verbrennungswärme einer cc-Verbindung, so ist die Verbrennungswärme des Alkohols statt wie bisher $5u + v$, jetzt:

$$5u + v + (c_{o_3}o - c_{ch_2}o) + 3(c_{c_2h}h - c_{ch_2}h).$$

Auf diese Weise erhält man jetzt folgende Werthe:

Alkohole $C_nH_{2n+2}O$:

$$(2n + 1)u + (n - 1)v + (c_{o_3}o - c_{ch_2}o) + 3(c_{c_2h}h - c_{ch_2}h).$$

Dagegen Holzgeist CH_4O abweichend:

$$3u + (c_{o_3}o - c_{h_3}o) + 3(c_{c_2h}h - c_{h_2o}h).$$

Säuren $C_nH_{2n}O_2$:

$$(2n - 1)u + (n - 1)v + 3(c_{o_3}o - c_{co_2}o) + 3(c_{c_2h}h - c_{ch_2}h).$$

Dagegen Ameisensäure CH_2O_2 abweichend:

$$u + 3(c_{o_3}o - c_{ho_2}o) + (c_{c_2h}h - c_{o_2}h).$$

Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n+2}:

$$(2n + 2)u + (n - 1)v + 6(c_{c_2h}h - c_{ch_2}h).$$

Dagegen Grubengas CH_4 abweichend:

$$4u + 4(c_{c_2h}h - c_{h_3}h).$$

Hieraus ergibt sich, dass a) für jede Reihe ein constanter Summand hinzukommt, dessen Einfluss auf die Verbrennungswärme von 1 Grm. Substanz also um so unmerklicher wird, je höher das Moleculargewicht; dass b) das erste Glied jeder Reihe eine Ausnahme bildet, also von den übrigen in besonderer Weise abweicht. Dies stimmt mit der oben gemachten Erfahrung.

8. Die Grösse der hinzugekommenen Summanden ist vor der Hand unbekannt, und nur aus genauen Versuchen abzuleiten. Indessen lässt sich für annähernde Berechnungen von Verbrennungswärmen zu practischen Zwecken noch ein Schritt weiter thun. Macht man nämlich die Annahme, dass die Grösse ch

nur durch die Anzahl der H-Atome beeinflusst wird, die an dem betreffenden C-Atom haften, und dass die Haftwärme ch mit der Anzahl dieser H-Atome stetig um die Grösse β zunimmt, dass ebenso die Haftwärme co mit der Anzahl der an dem betreffenden C-Atom haftenden O-Valenzen stetig um die Grösse α zunimmt, so kann man jetzt setzen: $c_{o_3}o - c_{ch_2}o = +3\alpha$; $c_{c_2h}h - c_{ch_2}h = -\beta$; $c_{o_3}o - c_{ho_2}o = +\alpha$, u. s. w., und man erhält nunmehr für:

Alkohole $C_nH_{2n+2}O$: $(2n+1)u+(n-1)v+3\alpha-3\beta$ (auch für Holzgeist).

Säuren $C_nH_{2n}O_2$: $(2n-1)u+(n-1)v+3\alpha-3\beta$, aber Ameisensäure CH_2O_2: $u+3\alpha+\beta$.

Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n+2}: $(2n+2)u+(n-1)v-3\beta$, aber Grubengas CH_4: $4u-8\beta$.

Säureäther $C_nH_{2n}O_2$: $2nu+(n-2)v+6\alpha-6\beta$, aber die Ameisensäureäther $2nu+(n-2)v+6\alpha-2\beta$.

Gerade die 3 oben am meisten abgewichenen Substanzen werden also jetzt am erheblichsten, und zwar, wie man sogleich findet, im richtigen Sinne verändert. – Man findet nämlich (aus Grubengas) $\beta = 4000$, und (aus Alkohol) $\alpha = 3500$; und es wird nun die Verbrennungswärme für Grubengas 11750 (Abweichung 0,2 Proc., früher 17,3 Proc.), für Ameisensäure 1511 (Abw. 19,8 Proc.?[1]), früher 36,5 Proc.?), für Ameisensäure-Methyläther 3884 (Abw. 3,0 Proc., früher 8,4 Proc.); für die übrigen Körper werden die Werthe nur sehr wenig und fast stets im richtigen Sinne verändert.

9. Für die annähernde Berechnung der Verbrennungswärmen pro 1 Mol. ergibt sich hiernach folgende

[1]) S. die Anmerkung zu Tabelle 1 (Beilage A).

nzen und Ver

Name der
Acrylsäure

Tabelle 3.

Berechnung der intramoleculären Verbrennungswärmen einiger Substanzen und Vergleichung mit den empirischen.

Gruppe.	Name der Substanz.	Formel.	Mol.-Gew.	Berechnete intramoleculäre Verbrennungswärme		Gefundene intra-mol. V.-W. (s. Tab. 1)	Differenz	
				pro Molecül.	pro Grm.		abs.	in pCt. d. gef.
1. Gesättigte Kohlenwasserstoffe.	Grubengas	CH_4	16	$4u - 8\beta$	11750	11721	+ 29	0,2
	Aethylwasserstoff	C_2H_6	30	$6u + v - 6\beta$	11433			
	Propylwasserstoff	C_3H_8	44	$8u + 2v - 6\beta$	11136			
	Butylwasserstoff	C_4H_{10}	58	$10u + 3v - 6\beta$	10983			
	Amylwasserstoff	C_5H_{12}	72	$12u + 4v - 6\beta$	10889			
	Cetylwasserstoff	$C_{16}H_{34}$	226	$34u + 15v - 6\beta$	10624			
2. Alkohole.	Holzgeist	CH_4O	32	$3u + 3(\alpha - \beta)$	5109	5005	+ 104	2,1
	Weingeist	C_2H_6O	46	$5u + v + 3$ „	6750	6720	+ 30	0,4
	Propylalkohol	C_3H_8O	60	$7u + 2v + 3$ „	7625			
	Pseudopropylalkohol	C_3H_8O	60	$7u + 2v + 3\alpha - 5\beta$	7492			
	Butylalkohol	$C_4H_{10}O$	74	$9u + 3v + 3(\alpha - \beta)$	8169			
	Amylalkohol	$C_5H_{12}O$	88	$11u + 4v + 3$ „	8540	8360	+ 180	2,1
	Cetylalkohol	$C_{16}H_{34}O$	242	$33u + 15v + 3$ „	9787	9937	— 150	1,5
3. Mehratomige Alkohole.	Glycol	$C_2H_6O_2$	62	$4u + v + 6\alpha$	4484			
	Glycerin	$C_3H_8O_3$	92	$5u + 2v + 9\alpha + \beta$	4179			
4. Aether.	Methyläther	C_2H_6O	46	$6u + 6(\alpha - \beta)$	7109			
	Aethyläther	$C_4H_{10}O$	74	$10u + 2v + 6$ „	8392	8409	— 17	0,2
	Methyl-Propyläther	$C_4H_{10}O$	74	$10u + 2v + 6$ „	8392			
	Amyläther	$C_{10}H_{22}O$	158	$22u + 8v + 8$ „	9513	9502	+ 11	0,1
5. Aldehyde.	Aldehyd	C_2H_4O	44	$4u + v + 4\alpha - 2\beta$	5977			
6. Acetone.	Aceton	C_3H_6O	58	$6u + 2v + 4\alpha - 6\beta$	6793	6874	— 81	1,2
7. Fette Säuren.	Ameisensäure	CH_2O_2	46	$u + 3\alpha + \beta$	1511	1883?*)	—372?	19,8?
	Essigsäure	$C_2H_4O_2$	60	$3u + v + 3(\alpha - \beta)$	3342	3318	+ 24	0,7
	Propionsäure	$C_3H_6O_2$	74	$5u + 2v + 3$ „	4696			
	Buttersäure	$C_4H_8O_2$	88	$7u + 3v + 3$ „	5619	5282	+ 337	6,4
	Baldriansäure	$C_5H_{10}O_2$	102	$9u + 4v + 3$ „	6289	6021	+ 268	4,4
	Palmitinsäure	$C_{16}H_{32}O_2$	256	$31u + 15v + 3$ „	8822	8702	+ 120	1,3
	Stearinsäure	$C_{18}H_{36}O_2$	284	$35u + 17v + 3$ „	8988			
8. Oxydirte Fettsäuren.	Glycolsäure	$C_2H_4O_3$	76	$2u + v + 6\alpha$	2211			
	Fleisch-Milchsäure	$C_3H_6O_3$	90	$4u + 2v + 6\alpha$	3500			
	Gew. Milchsäure	$C_3H_6O_3$	90	$4u + 2v + 6\alpha - 2\beta$	3413			
	Leucinsäure	$C_6H_{12}O_3$	132	$10u + 5v + 6\alpha$	5727			
	Glyoxalsäure	$C_2H_2O_3$	74	$u + v + 7\alpha + \beta$	1628			
	Glycerinsäure	$C_3H_6O_4$	106	$3u + 2v + 9\alpha + \beta$	2590			
9. Oxalsäuren.	Oxalsäure	$C_2H_2O_4$	90	$v + 6\alpha$	644			
	Malonsäure	$C_3H_4O_4$	104	$2u + 2v + 6\alpha$	1971			
	Bernsteinsäure	$C_4H_6O_4$	118	$4u + 3v + 6\alpha$	2983			
10. Oxydirte Oxalsäuren.	Tartronsäure	$C_3H_4O_5$	120	$u + 2v + 9\alpha + \beta$	1371			
	Aepfelsäure	$C_4H_6O_5$	134	$3u + 3v + 9\alpha + \beta$	2325			
	Weinsäure	$C_4H_6O_6$	150	$2u + 3v + 12\alpha + 2\beta$	1807			
	Citronensäure	$C_6H_8O_7$	192	$4u + 5v + 16\alpha + 2\beta$	2443			
11. Ungesättigte Kohlenwasserstoffe.	Aethylen	C_2H_4	28	$4u + 2v + cc$	11072	11091	— 19	0,2
	Amylen	C_5H_{10}	70	$10u + 5v + cc - 2\beta$	10614	10798	— 184	1,7
	Decylen	$C_{10}H_{20}$	140	$20u + 10v + cc$ „	10557	10619	— 62	0,6
	Undecylen	$C_{11}H_{22}$	154	$22u + 11v + cc$ „	10552	10573	— 21	0,2
	Cetylen	$C_{16}H_{32}$	224	$32u + 16v + cc$ „	10536	10348	+ 188	1,8
	Metamylen	$C_{20}H_{40}$	280	$40u + 20v + cc$ „	10529	10213	+ 316	3,1
	Acetylen	C_2H_2	26	$2u + 3v + 2cc + 2\beta$	10039			
	Allylen	C_3H_4	40	$4u + 4v + 2cc - 2\beta$	9800			
12. Oelsäuren.	Acrylsäure	$C_3H_4O_2$	72	$3u + 3v + cc + 3\alpha + \beta$	4257			
	Oelsäure	$C_{18}H_{34}O_2$	282	$33u + 18v + cc +$ „	8906			
	Erucasäure	$C_{22}H_{42}O_2$	338	$41u + 22v + cc +$ „	9170			
13. Säureäther (1 atomig).	Ameisensäure-Methyläther	$C_2H_4O_2$	60	$4u + 6\alpha - 2\beta$	3888	4004	— 121	3,0
	Essigsäure-Methyläther	$C_3H_6O_2$	74	$6u + v + 6(\alpha - \beta)$	4919	5033	— 114	2,3
	Propionsäure-Methyläther	$C_4H_8O_2$	88	$8u + 2v + 6$ „	5807			
	Buttersäure-Methyläther	$C_5H_{10}O_2$	102	$10u + 3v + 6$ „	6451	6378	+ 73	1,1
	Baldriansäure-Methyläther	$C_6H_{12}O_2$	116	$12u + 4v + 6$ „	6940	6916	+ 24	0,3
	Ameisensäure-Aethyläther	$C_3H_6O_2$	74	$6u + v + 6\alpha - 2\beta$	5135	4968	+ 167	3,4
	Essigsäure-Aethyläther	$C_4H_8O_2$	88	$8u + 2v + 6(\alpha - \beta)$	5807	5924	— 117	1,9
	Buttersäure-Aethyläther	$C_6H_{12}O_2$	116	$12u + 4v + 6$ „	6940			
	Baldriansäure-Aethyläther	$C_7H_{14}O_2$	130	$14u + 5v + 6$ „	7323	7344	— 21	0,3
	Ameisensäure-Amyläther	$C_6H_{12}O_2$	116	$12u + 4v + 6\alpha - 2\beta$	7078			
	Essigsäure-Amyläther	$C_7H_{14}O_2$	130	$14u + 5v + 6(\alpha - \beta)$	7323	7480	— 157	2,1
	Baldriansäure-Amyläther	$C_{10}H_{20}O_2$	172	$20u + 8v + 6$ „	8099	7990	+ 109	1,3
	Palmitinsäure-Cetyläther	$C_{32}H_{64}O_2$	480	$64u + 30v + 6$ „	9640	9665	— 25	0,3
14. Glyceride (Triglyceride).	a) Fette.							
	Acetin	$C_9H_{14}O_6$	218	$14u + 5v + 18\alpha - 8\beta$	4523			
	Palmitin	$C_{51}H_{98}O_6$	806	$98u + 47v +$ „ „	8883			
	Stearin	$C_{57}H_{110}O_6$	890	$110u + 53v +$ „ „	9036			
	b) Oele.							
	Olein	$C_{57}H_{104}O_6$	884	$104u + 56v + 3cc + 18\alpha + 4\beta$	8958			
	Erucin	$C_{69}H_{128}O_6$	1052	$128u + 68v + 3cc +$ „ „	9204			
15. Cyanabkömmlinge.	Cyangas	C_2N_2	52	$v + 6s$	5212	5195	+ 17	0,3
	Blausäure	CNH	27	$u + 3s + \beta$	6519			
	Cyansäure	$CNHO$	43	$3s + 3\alpha$	2965			
16. Amine.	Aethylamin	C_2H_7N	45	$5u + v + s + 2t - 3\beta$	7978			
	Propylamin	C_3H_9N	59	$7u + 2v + s + 2t - 3\beta$	8576			
	Trimethylamin	C_3H_9N	59	$9u + 3s - 9\beta$	9763			
17. Aminsäuren u. Amide.	Acetamid	C_2H_5NO	59	$3u + v + s + t + 3(\alpha - \beta)$	4229			
	Carbaminsäure	CH_3NO_2	61	$s + 2t + 3\alpha$	1139			
	Carbamid (Harnstoff)	CH_4N_2O	60	$2s + 4t + 4\alpha$	2200	2206 (total) (Frankl.)	— 6	0,3
	Oxaminsäure	$C_2H_3NO_3$	89	$v + s + 2t + 7\alpha$	1354			
	Oxamid	$C_2H_4N_2O_2$	88	$v + 2s + 4t + 8\alpha$	2080			
18. Amidosäuren.	Glycocoll	$C_2H_5NO_2$	75	$2u + v + s + 2t + 3\alpha$	2887			
	Sarcosin	$C_3H_7NO_2$	89	$5u + v + 2s + t + 3(\alpha - \beta)$	4478			
	Alanin	$C_3H_7NO_2$	89	$4u + 2v + s + 2t + 3\alpha$	4084			
	Leucin	$C_6H_{13}NO_2$	131	$10u + 5v + s + 2t + 3\alpha$	6141			
	Kreatin (nach Volhard)	$C_4H_9N_3O_2$	131	$4u + 2v + 5s + 4t + 3\alpha$	4118			
19. Aromatische Substanzen.	Benzol	C_6H_6	78	$6u + 9v + 3cc + 6\beta$	9423			
	Phenylsäure	C_6H_6O	94	$5u + 9v + 3cc + 3\alpha + 5\beta$	7303	7616	— 313	4,1
	Oxyphensäure	$C_6H_6O_2$	110	$4u + 9v + 3cc + 6\alpha + 4\beta$	5800			
	Pyrogallussäure	$C_6H_6O_3$	126	$3u + 9v + 3cc' + 9\alpha + 3\beta$	4655			
	Benzoesäure	$C_7H_6O_2$	122	$5u + 10v + 3cc + 8\alpha + 5\beta$	5930			
	Bittermandelöl	C_7H_6O	106	$6u + 10v + 3cc + 4\alpha + 6\beta$	7415			
	Phthalsäure	$C_8H_6O_4$	166	$4u + 11v + 3cc + 6\alpha + 4\beta$	4313			
	Hippursäure	$C_9H_9NO_3$	179	$7u + 11v + 3cc + 2s + t + 7\alpha + 5\beta$	5433	5383 (total) (Frankl.)	+ 50	0,9
	Anilin	C_6H_7N	93	$5u + 9v + 3cc + s + 2t + 5\beta$	7903			

*) Vgl. die Anmerkung zu Tabelle 1 (Beilage A).

Regel: Für jede ch-Verbindung ist die Grösse u, für jede cc-Verbindung die Grösse v zu addiren, ferner a) für jedes C-Atom, das nur mit 1 oder mit 3 O-Valenzen verbunden ist, zu addiren 3α, b) für jedes C-Atom mit 2 O-Valenzen zu addiren 4α, c) für jedes mit 1 H-Verbindung zu addiren β, d) für jedes mit 3 H-Verbindungen zu subtrahiren 3β, e) für jedes mit 4 H-Verbindungen (nur im Grubengas vorkommend) zu subtrahiren 8β. — Solche Berechnungen sind in der Schlusstabelle (Beilage B) ausgeführt.

10. H-ärmere Verbindungen. Je nachdem man annimmt, dass in diesen ungesättigte C-Valenzen enthalten sind, oder dass die C-Atome sich an den betreffenden Stellen mit mehrfachen Valenzen binden, ergibt die Berechnung verschiedene Verbrennungswärmen, und es lassen sich aus den empirischen Verbrennungswärmen Rückschlüsse auf die Constitution ziehen.

a) Dem Aethylen homologe Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n}. Nach der zweiten Ansicht (keine freien Valenzen) wäre ihre Verbrennungswärme: für C_2H_4 $4u + 2v$, für die übrigen $2nu + nv - 2\beta$; also für 1 Grm. (Mol.-Gewicht $= 14n$) $\frac{2u + v}{14} - \frac{\beta}{7n}$ (für C_2H_4 fällt das letzte Glied fort). Die Verbrennungswärme pro 1 Grm. wäre also für alle annähernd dieselbe, sie würde mit zunehmendem C-Gehalt (abgesehen von C_2H_4) ein wenig zunehmen, weil $\frac{\beta}{7n}$ immer kleiner wird. – Nach der ersten Ansicht (2 freie Valenzen) ist dagegen, wie man durch Aufstellung der Haftwärmen für die Verbrennungsgleichung findet (s. oben sub 4), die Verbrennungswärme $= 2nu$

$+ \mathrm{nv} - 2\beta + \mathrm{cc}$ (für C_2H_4 fällt das Glied -2β fort), also pro 1 Grm. $= \frac{2u+v}{14} - \frac{\beta}{7n} + \frac{cc}{14n}$. Die Verbrennungswärme pro Grm. nimmt also hier mit zunehmendem C-Gehalt beständig ab. — Dies letztere ist nun in der That bei den von Favre und Silbermann verbrannten 6 Gliedern dieser Reihe der Fall.

Um cc zu finden, benutzen wir die Verbrennungswärme des Kohlenoxyds (intramol. pro Grm. = 2393, siehe Tabelle 1). Dieselbe ist pro 1 Molecül CO = $2c_{o_3}o - oo + 4\alpha$[1]) = 28.2392 = 67004; da nun v = $2c_{o_3}o - cc - oo$ = 37000, und α = 3500, so ergibt sich cc = 16000.

Die Uebereinstimmung der nach der ersten Ansicht berechneten mit den gefundenen Werthen (s. d. Schlusstabelle sub 11) zeigt nun, dass entweder diese Körper 2 freie C-Valenzen haben, oder dass, wenn eine doppelte Bindung der C-Atome vorhanden ist, wofür gewisse Gründe sprechen, diese doch nur mit der Kraft geschieht, welche sonst die einfach sich bindenden C-Atome zusammenhält.

b) Aromatische Substanzen. Man kann hier dieselbe Betrachtung für das Benzol anstellen. Jedoch fehlt es hier an Material zur Beurtheilung, da man nur für Eine aromatische Substanz von bekannter Constitution, für die Phenylsäure C_6H_6O, durch F. u. S. die Verbrennungswärme kennt. Dieselbe wäre nach der Kekulé'schen Gruppirung $5u + 9v + 3\alpha + 5\beta$, also

---

[1]) $CO + \frac{1}{2}O_2 = CO_2$. Haftwärme der Ingredientien = $2c_0o + oo$, des Productes = $4c_{o_3}o$; Differenz = $4c_{o_3}o - 2c_0o - oo$ = $2c_{o_2}o + 4\alpha - oo$.

pro Grm. 6782; dagegen mit 6 freien C–Valenzen; $5u + 9v + 3cc + 3\alpha + 5\beta$, also pro Grm. 7303. Die gefundene Verbrennungswärme ist (Tabelle 1) 7616; die Abweichung des ersteren Resultats beträgt 11,0, die des zweiten nur 4,1 Proc. Auch hier also ist es wahrscheinlich, dass im Benzol entweder 6 freie Valenzen sind, oder dass — bei Kekulé'scher Gruppirung — die doppelten Bindungen nur mit einfacher Kraft stattfinden.

c) Kohle. Auch die Kohlearten (C_x) sind Körper von unbekannter Constitution; man wird einsehen, wie fehlerhaft es war, auf die Verbrennungswärme der Kohle Berechnungen für andere Körper zu gründen. — Hätte die Kohle nur vollgesättigte C–Verbindungen von der Kraft cc, so wäre die Verbrennungswärme von $C_x = 2xv$, also pro Grm. $= \frac{2xv}{12x} = \frac{1}{6}v = 6167$. — Die gefundene Verbrennungswärme ist aber für verschiedene Gattungen (Holzkohle, Graphit, Diamant) 7295 bis 8080, allerdings die totale (intramoleculäre nicht ableitbar); es ist also wahrscheinlich, dass auch in der Kohle freie oder locker gesättigte Valenzen vorkommen.[1])

---

[1]) Nimmt man an, dass jedes C-Atom 2 freie (oder locker gesättigte) Valenzen hat, denkt man sich z. B. im Benzol-Molecül einfach die H-Atome entfernt, so ergibt sich die Verbrennungswärme von C_x zu $x(2v + cc)$, und für 1 Grm. zu $\frac{2v + cc}{12} = 7500$, was den wirklichen Werthen ungemein nahe liegt. Man kann also vermuthen, dass in den Kohlearten die C-Atome geschlossene Kreise bilden, in denen je 2 Atome mit der Kraft cc zusammengehalten werden. (Näheres s. in den Berichten der deutschen chem. Ges. zu Berlin. 1868. S. 84.)

d) Regel für die annähernde Berechnung der Verbrennungswärmen H-ärmerer Substanzen ist also, für jedes an der Sättigung fehlende H-Atom zu dem nach 9. gefundenen Werthe noch $\frac{1}{2}v + \frac{1}{2}cc$ zu addiren.

11. N-haltige Verbindungen, in welchen der N in der Cyan- oder Ammoniakgruppe vorkommt. Ausser den bisher vorgekommenen verbrennbaren Valenzenpaaren cc und ch (s. sub 4) kommen hier noch hinzu: cn und nh. Setzt man voraus, dass der N bei den vollkommenen Verbrennungen stets als Gas auftritt (die Verbindungen mit der Gruppe NO_2 vor der Hand ausgeschlossen), so ist die Verbrennungswärme

$$\text{des cn-Paares}: \frac{2co + nn - 2cn - oo}{2} = s,$$

$$\text{„ nh- – }: \frac{2ho + nn - 2nh - oo}{2} = t.$$

Wir müssen hier von den sub 7 angedeuteten genaueren Annäherungen vorläufig absehen. Die Regel also ist, dass man für die hier in Rede stehenden Verbindungen zu den nach den bisherigen Regeln (9. und 10 d) aufgestellten Werthen noch für jede cn-Verbindung die Grösse s, für jede nh-Verbindung die Grösse t zu addiren hat.

Man findet s aus der Verbrennungswärme des Cyangases C_2N_2; dieselbe ist $= v + 6s = 52 . 5195$ (Tab. 1), also $s =$ rot. 39000. — t findet man aus der Verbrennungswärme des Harnstoffs CH_4N_2O (von Frankland[1]) zu 2206 pro Grm. gefunden); es ist $2s + 4t + 4\alpha = 60 . 2206$, also $t =$ rot. 10000.

[1]) Philosoph. Magazine. 1866 Sept.

Als Beispiel der Berechnung wählen wir die Hippursäure, als sehr complicirte Substanz. Ihre Verbrennungswärme ergibt sich nach den gegebenen Regeln zu $7u + 11v + 3cc + 2s + t + 7\alpha + 5\beta = 972500$, also pro Grm. (Mol.-Gew. = 179) 5433. Frankland fand die beiden Werthe 5330 und 5437 (med. 5383), was überraschend nahe stimmt.

12. Wärmebildung bei unvollkommenen Verbrennungen, Spaltungen, Synthesen etc. Man kann entweder hier wiederum die Haftwärmen der Ingredientien von denen der Producte subtrahiren, oder bequemer dasselbe Resultat erlangen, wenn man die Verbrennungswärme der Producte von der der Ingredientien subtrahirt. Der letztere Weg ist schon von Berthelot[1]) u. A. eingeschlagen worden.

13. Grenzwerthe der Verbrennungswärmen pro Grm. N-freier organischer Verbindungen. Lässt man in der allgemeinen Formel für die Verbrennungswärme einer homologen Reihe (pro Grm.) n so lange wachsen, bis seine constanten Summanden dagegen verschwinden, so erlangt man bei allen ohne Ausnahme den Grenzwerth $\frac{2u + v}{14}$; z. B. Alkohole $C_nH_{2n+2}O$: $\frac{(2n+1)u + (n-1)v + 3(\alpha-\beta)}{14n+18}$; Grenzwerth: $\frac{2nu + nv}{14n} = \frac{2u + v}{14}$. — Fette $C_nH_{2n-4}O_6$: $\frac{(2n-4)u + (n-4)v + 18\alpha - 8\beta}{14n+92}$; Grenzwerth: $\frac{2u + v}{14}$. — Ungesättigte Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n}: $\frac{2nu + nv + cc - 2\beta}{14n}$;

---

[1]) Ann. de chimie et phys. 4e série. VI. 290—464. — Revue des cours scientif. 1865. Nr. 27—35. — Journ. de l'anat. et de la physiol. 1865. p. 652—671. — Gaz. méd. de Paris. 1865. Nr. 31.

Grenzwerth: $\frac{2u+v}{14}$. Während aber die Verbrennungswärmen aller aus C und H, oder aus C, H und O bestehenden Verbindungen (pro Grm.) mit zunehmendem n anfangs schnell, später langsamer zunehmen, ist bei den Kohlenwasserstoffen der Grubengas- und der Aethylenreihe das Umgekehrte der Fall. Hieraus ergibt sich, da $\frac{2u+v}{14} = 10500$, dass

a) keine aus C, H und O zusammengesetzte Substanz und kein Kohlenwasserstoff, mit Ausnahme der sub b) genannten, pro Grm. eine grössere Verbrennungswärme haben kann als 10500;
b) kein Kohlenwasserstoff der Grubengas- und der Aethylenreihe pro Grm. eine kleinere Verbrennungswärme haben kann als 10500;
c) die Verbrennungswärme der verschiedenen Verbindungen von gleichem C-Gehalt um so ähnlicher (von O- und H-Gehalt und Constitution unabhängiger) werden, je höher der C-Gehalt. Aehnlich verhalten sich bekanntlich auch die andern Eigenschaften (Schmelzpunkt, Siedepunkt, etc.).

14. Absolute Grössen der Haftwärmen. Ausser der Grösse cc (s. sub 10) haben wir bisher keines solchen Werthes bedurft; auch lassen sich solche nur ausnahmsweise und stets nur sehr ungenau ableiten, weil die Fehler der Versuche multiplicirt in den Werth eingehen. Auch sind, wie sich aus 7 ff. ergibt, die Haftwärmen nicht einfach durch die Namen der beiden Valenzen bedingt, sondern von andern Umständen abhängig. Dass ausserdem die Temperatur einen mächtigen Einfluss ausübt, lehren die Dissociations-Erscheinungen. So ist denn in dieser Beziehung

vor der Hand wenig zu erwarten. Jedoch lassen sich aus unseren Werthen u, v, s, t und ferner aus den Verbrennungswärmen des Wasserstoffs in Sauerstoff und in Chlor (Tab. 1) folgende 6 Gleichungen (wohl zu merken, mit abgerundeten Zahlen) ableiten, deren Bedeutung leicht verständlich ist:

$$2ho - hh - oo = +58000$$
$$2hcl - hh - clcl = +48000$$
$$2c_{o_3}o - cc - oo = +37000 \quad (c_{\triangle_o}o = \alpha = 3500)$$
$$2c_h h - cc - hh = -15000 \quad (c_{\triangle_h}h = \beta = 4000)$$
$$2cn - cc - nn = -41000$$
$$2nh - hh - nn = +38000$$

Man sieht leicht, dass durch Elimination sich die Unbekannten dieser Gleichungen nicht ermitteln lassen.[1])

Zum Schluss folgt eine grössere Anzahl von berechneten Verbrennungswärmen und ihre Zusammenstellung mit den gefundenen. (S. **Tabelle 3**, Beilage B.)

Nachschrift. Diese Arbeit ist in ihren Resultaten bereits vor mehr als einem Jahre in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin vorläufig mitgetheilt

---

[1]) Auf folgendem Wege erlangt man noch ungefähre Kenntniss von oo, und somit auch co. Das Wasserstoffsuperoxyd gibt bei seiner Zersetzung in H_2O und O_2 pro Grm. O_2 nach F. u. S. 1363 Cal. Eine solche Wärmebildung ist nur erklärbar, wenn man das Wasserstoffsuperoxyd HO, und nicht H_2O_2 (mit gesättigten Affinitäten schreibt. 1 Grm. HO liefert $^8/_{17}$ Grm. O_2, also 641,4 W.-E., oder intramol. 641,4 + 307,4 = 949 W.-E. Die Spaltungswärme von 1 Mol. HO ist nun $\frac{1}{2}$oo = 17.949, woraus oo = 32000. — Ist dies richtig, so muss die Desozonisirung von 1 Grm. Ozon (O_3 Soret) intramol. 667, total 661 W.-E. liefern. — Da oo = 32000, cc = 16000, so ist $c_{o_3}o = 42500$ (und $c_{o_2}o = 39000$, $c_o o = 35500$, $c_{\text{-}}o = 32000$).

worden (1868, Seite 18). Dass die vorliegende ausführlichere Mittheilung erst jetzt erscheint, ist nicht meine Schuld. Dieselbe ist im Februar 1868 von Herrn Prof. Poggendorf zur Aufnahme in die Annalen der Physik angenommen worden, konnte aber als nicht experimentelle Arbeit bis jetzt noch immer nicht zum Abdruck gelangen.

Zürich, im Februar 1869. L. Hermann.

Ueber die Beziehung der Elektrizität zum Gewitter.

Von

H. Wettstein.

Seit alten Zeiten hat das Gewitter die Aufmerksamkeit des Menschen in höherem Grade auf sich gezogen als die meisten andern Naturerscheinungen. Die Verheerungen der Felder durch den Hagel, die Bedrohung der Wohnungen und des Lebens durch den Blitz haben von Anfang an das Nachdenken des Menschen zur Erklärung herausfordern müssen. Aber selbst nachdem Franklin durch seine Entdeckung von der elektrischen Natur des Blitzes den Schleier einigermassen gelüftet, bleiben bis auf den heutigen Tag eine Menge Fragen noch unbeantwortet, ja der Kausalzusammenhang zwischen den einzelnen Erscheinungen beim Gewitter ist noch gar nicht erkannt. Ich möchte es nun versuchen, im Folgenden auf die Hauptschwierigkeiten aufmerksam zu machen und eine Ueberwindung derselben anzudeuten.

Das Gewitter besteht im allgemeinen in einer raschen Kondensation des Wasserdam-

pfes, welche von elektrischen Entladungen, Blitzen, begleitet ist. Die Kondensation kann entweder nur zur Wolkenbildung führen, oder sie ist von einem flüssigen oder festen Niederschlag, Regen, Schnee, Graupeln, Hagel, begleitet.

Nach den nächsten Ursachen, welche die Gewitter herbeiführen, lassen sich zwei verschiedene Arten derselben unterscheiden. Die einen werden nämlich veranlasst durch einen vertikal aufsteigenden Luftstrom, die andern durch eine horizontale Bewegung der Luft, einen Polarstrom, der in eine warme feuchte Luftmasse einbricht, oder einen Aequatorialstrom, der warme feuchte Luft in einen kalten Raum hineintreibt. Gewitter des aufsteigenden Luftstroms sind eine stellenweise fast täglich wiederkehrende Erscheinung der tropischen Kalmenzone und in grosser Reinheit die Gewitter bei vulkanischen Ausbrüchen; auch einzelne unserer Sommergewitter mögen dahin zu zählen sein. Unsere übrigen Gewitter begleiten das Hereinbrechen eines feuchten Aequatorial- oder eines kalten Polarstromes.

Zur Entstehung eines Gewitters ist demnach der Transport einer warmen feuchten Luftmasse in eine kalte Gegend oder die Mischung von kalter Luft mit warmer und feuchter nothwendig, und dieser Prozess muss mit einer gewissen Schnelligkeit vor sich gehen, sonst entsteht nur ein gewöhnlicher Niederschlag von Wolken, Regen, Schnee, ohne elektrische Entladungen. Immerhin ist auch ein solcher Niederschlag von lebhaften elektrischen Erscheinungen begleitet, die nur nicht bis zu sichtbaren Explosionen sich steigern.

Das Gewitter beginnt mit einer Ausscheidung des

Wasserdampfes in Folge einer Abkühlung der Luft; diese Ausscheidung ist aber von einer Wärmeentwicklung begleitet, und diese Wärmeentwicklung durch Kondensation des Wasserdampfes bietet die Hauptschwierigkeit für die Erklärung des Gewitters; denn die hiebei entstehende Wärmemenge ist gerade so gross wie die, welche zur Bildung des Dampfes aus dem Wasser verbraucht wurde. Um eine Vorstellung von ihrer Bedeutung zu gewinnen, wollen wir das Gewiter betrachten, welches am 13. August 1832 aus Holland nach Deutschland vordrang und durch Hagelschlag alle Feldfrüchte auf einer Strecke von über 90 Kilometer Länge und 12 Kilometer Breite vernichtete. Nehmen wir an, der Boden sei dabei 1 cm. hoch mit Eis bedeckt worden, so erhalten wir eine Eismasse von 10000 Mill. Kilogramm. Diese gesammte Eismasse ist aus dem Wasserdampf der Luft entstanden. Hat die Verdichtung des Dampfes in Wasser bei 5–10° C. stattgefunden, so wurden dabei von jedem Kilogr. 600 Wärmeeinheiten erzeugt; dazu kommen noch 79 W. E., welche beim Uebergang des Wassers in den festen Zustand entwickelt wurden. So ergibt sich eine Wärmemenge durch Kondensation und Eisbildung von gegen 7 Bill. Wärmeeinheiten. Zur künstlichen Erzeugung dieser Wärme brauchte es etwa den 66sten Theil der jährlichen Steinkohlenausbeute Grossbritanniens, wenn 1 Kilogr. Steinkoklen beim Verbrennen 7600 W.–E. erzeugt. Diese Wärmemenge ist äquivalent der dreissigjährigen Arbeit von 100000 Pferden (das Jahr zu 300 Tagen à 10 Arbeitsstunden à 270000 Kilogrammmeter per Pferd).

Es ist nun zu untersuchen, welchen Einfluss diese Wärme auf die Luft hat, in welcher der Uebergang des Dampfes in Eis stattfindet.

1 Kubikmeter mit Dampf gesättigte Luft enthält bei einem Barometerstand von 760 mm. bei 25° C. 22,5 Gramm, bei 0° 5,4 Gr. Wasser. Wenn daher 1 Kubikmeter gesättigte Luft von 25° auf 0° abgekühlt wird, so werden 17,1 Gr. Wasser ausgeschieden. Diese 17,1 Gr. Wasser entwickeln bei ihrem Uebergang aus dem gasförmigen in den flüssigen und festen Zustand $679 \cdot 0{,}0171 = 11{,}6$ W.-E. Da nun 1 Kubikmeter Luft 1,2932 Gr. schwer und ihre spezifische Wärme = 0,2375 ist, so erwärmen jene 11,6 W.-E. diese Luft und die 17,1 Gr. Wasser um

$$\frac{11{,}6}{1{,}2932 \cdot 0{,}2375 + 0{,}0171} = 35{,}8° \text{ C.}$$

Wenn die Luft eine geringere Dichtigkeit besitzt als eben angenommen, d. h. wenn sie unter einem geringern Druck steht als dem von 760 mm. Quecksilber, wie das bei der Wolkenbildung immer der Fall ist, so muss diese Erwärmung durch Kondensation noch bedeutender sein. Findet z. B. die nämliche Ausscheidung in einer Höhe von 2000 m. bei einem Luftdruck von 600 mm. statt, so ist 1 Kubikmeter Luft nur 1,0209 Gr. schwer, und es erfolgt eine Erwärmung um 45,3° C. Bei 3000 m. und 533 mm. Bar. ist 1 Kubikm. Luft = 0,9069 Gr. und die Erwärmung 49,9° C.

Selbst wenn die Luft von 25° anfänglich nur zu 75% mit Wasserdampf gesättigt wäre, müsste sie durch die Dampfkondensation immer noch um 27–38° über ihre anfängliche Temperatur erwärmt werden. Wenn mithin diese Kondensationswärme der

Luft nicht auf irgend eine Art entzogen wird, so kann eine Ausscheidung des Wasserdampfes gar nicht erfolgen. Die Gewitterwolke könnte sich ohne das nicht abkühlen, wie es doch in der That geschieht, sie müsste sich vielmehr erwärmen. Eine Erklärung des Gewitters hat vor allem aus eine Vernichtung dieser Wärme oder ihre Entfernung aus der Gewitterwolke nachzuweisen.

Die obigen Zahlen für die Temperaturerhöhung beziehen sich auf den Fall, dass das Wasser in fester Form ausgeschieden wird; fällt es in tropfbar flüssiger Form aus der Wolke, so sind jene Zahlen um etwa 1/8 kleiner, nämlich statt 35,8, 45,3 und 49,9° nur 31,6, 40,1 und 44°. Man sieht aber hieraus, dass nicht das Gefrieren des Wassers, die Bildung des Hagels, die Hauptschwierigkeit in der Erklärung des Gewitters ausmacht, sondern die rasche Kondensation des Dampfes zu Wasser. Hat sich einmal der Dampf zu Wasser von 0° verdichtet, so braucht es nur den 8ten Theil der hiezu nothwendig gewesenen Abkühlung, um dieses Wasser in Eis zu verwandeln, aus dem Regen Hagel zu machen. Trotzdem haben die bisherigen Theorien zur Erklärung des Gewitters das Hauptgewicht immer auf die Erklärung des Hagels gelegt, es sind nicht Gewittertheorien, sondern Hageltheorien.

Volta nahm an, dass durch die Sonnenstrahlung eine so lebhafte Verdampfung der in der obersten Wolkenschicht schon niedergeschlagenen Wassermassen stattfinde, dass die Verdunstungskälte genüge, um das Wasser der darunter liegenden Schicht zum Gefrieren zu bringen, und dass sodann die entstehen-

den Hagelkörner zwischen zwei entgegengesetzt elektrischen Wolken hin- und hertanzen, wie die Markkugeln beim elektrischen Puppentanz, bis sie schwer genug geworden, um die elektrische Anziehung und Abstossung zu überwinden und auf den Erdboden zu fallen. Auch abgesehen von der Unmöglichkeit dieses Tanzes begreifen wir bei unsern heutigen Anschauungen von Ursache und Wirkung kaum, wie der grosse Forscher auf diese Erklärung verfallen konnte. An dem nämlichen Fehler leidet eine von L. v. Buch aufgestellte Hypothese, nach welcher fallende Regentropfen durch Verdunstungskälte gefrieren sollen.

Kämtz sucht den Grund der Hagelbildung in der schnellen Wärmeabnahme nach der Höhe hin, welche vor und bei Gewittern beobachtet wird. Er nimmt an, dass in einer Höhe von etwa 9000′ die Luft auf den Gefrierpunkt erkaltet sei, dass in diese kalte Luft feuchte warme Luft aus der Tiefe aufsteige und dadurch zur Kondensation ihres Dampfes veranlasst werde, und dass dann in diese Wolken Schneeflocken aus noch höhern und kältern Federwolkenschichten fallen, den Wasserdampf auf sich verdichten, dadurch sich mit Eis überziehen und als Hagelkörner in die Tiefe stürzen. Auch diese Erklärung kann nicht richtig sein; denn wenn eine Schneeflocke selbst mit einer Temperatur von — 30° herabfiele, so würde die Kondensation von weniger als $1/_{20}$ ihres Gewichtes Wasserdampf hinreichen, um ihre Temperatur auf 0° zu erhöhen und eine fernere Eisbildung zu verhindern; ja selbst angenommen, es würde dieses Schneekorn nicht durch Kondensation des Dampfes, sondern durch Aufsammeln von schon ausgeschiedenem Was-

ser wachsen, so würde auch da ein Zuwachs um weniger als die Hälfte seines Gewichtes hinreichen, um seine Temperatur von — 30° auf 0° zu erhöhen, selbst wenn das auf der Bahn seiner Fallbewegung aufgesammelte Wasser schon zum Voraus bis auf den Gefrierpunkt erkaltet wäre.

Noch mehr! Nehmen wir an, und das ist die Hageltheorie von Vogel, Nöllner, De la Rive, das Wasser in der Gewitterwolke sei schon zum Voraus bedeutend unter den Gefrierpunkt erkaltet, z. B. auf — 10°, ohne zu erstarren, wie das nach den bekannten Versuchen von Mousson und Dufour möglich ist, so ist auch damit nicht geholfen; denn 1) braucht es zur Erwärmung des Wassers von — 10 auf 0° nur 10 W.-E., während sein Erstarren 79 W.-E. entstehen lässt, sodass das Schneekorn von — 30°, auf welchem jenes Erstarren stattfindet, noch nicht um die Hälfte seines Gewichtes wachsen könnte; und 2) ist auch bei dieser Hypothese die Hauptsache nicht erklärt, die Kondensation des Dampfes zu flüssigem Wasser.

Die Theorie von Mohr, die auf der Bildung eines luftverdünnten Raumes durch Kondensation des Wasserdampfes basirt, umgeht erstlich die Hauptschwierigkeiten und ist ausserdem durch Krönig und Reye als gänzlich unrichtig nachgewiesen worden.

Um nun einen bessern Einblick in den Kausalzusammenhang der Gewittererscheinungen zu erhalten, will ich das Gewitter von seinem Beginn an etwas genauer ins Auge fassen.

Wenn der Wasserdampf der Luft sich kondensiren soll, so muss diese Luft abgekühlt werden. Diese Abkühlung kann auf zwei Arten eingeleitet werden,

nämlich entweder durch eine geeignete Bewegung dieser warmen Luft oder dadurch, dass ein kalter Luftstrom sich in sie hinein ergiesst.

a) Der einfachste Weg, auf dem die warme feuchte Luft abgekühlt werden kann, ist der, dass sie durch den Luftdruck oder eine Wirbelbewegung in eine grössere absolute Höhe gehoben wird. Auch ein Wirbel mit vertikaler Achse kann schliesslich diesen Effekt haben, wenn er durch die Hindernisse, welche der Boden seiner Fortbewegung entgegensetzt, in eine geneigte Stellung geräth, so dass die Luftmassen nicht mehr in horizontalen, sondern in schiefen Ebenen wirbeln.

Wenn nun durch irgend eine Ursache eine Luftmasse aus der Tiefe in die Höhe gehoben wird, so nimmt der Druck auf sie ab und nach dem Mariotteschen Gesetze im gleichen Verhältniss ihr Volumen zu, so dass fortwährend die Spannkraft der gehobenen Luft gleich ist dem auf sie wirkenden Luftdruck. Unter dieser Voraussetzung findet man die Temperatur t_2, welche diese Luft in einer bestimmten Höhe in Folge ihrer Ausdehnung annimmt, nach der Gleichung

$$t_2 = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\varkappa - 1}{\varkappa}} (a + t_1) - a$$

(s. Zeuner, Grundz. der mech. Wärmetheorie p. 133) wo p_1 der anfängliche, p_2 der schliessliche Druck, $\varkappa$ das Verhältniss der spezif. Wärme der Luft bei konstantem Druck zur spezif. Wärme bei konstantem Volumen, oder 1,410, a der absolute Nullpunkt 273 und t_1 die anfängliche Temperatur.

Wenn wir annehmen, die gehobene Luftmasse habe im Meeresniveau die Temperatur von 25° C., so

finden wir mit dieser Formel für verschiedene absolute Höhen folgende Zahlen:

Absolute Höhe.	Barometer.	Temperatur.	Die anfängl. Temperatur sinkt um
0m	760mm	25 ° C.	
1000	675	14,9	10,1° C.
2000	600	5,2	19,8
3000	533	— 4,3	29,3
4000	473	— 13,4	38,4
5000	420	— 22,2	47,2

Wenn die aufsteigende Luft mit Wasserdampf gesättigt ist, so wird bei ihrem Steigen sogleich ein Theil derselben kondensirt werden müssen, und zwar so viel, dass die Luft in jeder Höhe gerade gesättigt ist. Diese Kondensation ist mit einer Erwärmung verbunden. Berechnet man diese in der oben (S. 63) angegebenen Weise, so findet man folgende Zahlen:

Absolute Höhe.	Abkühlung durch Ausdehnung.	Erwärmung durch Kondensation.	Ganze Aenderung.
1000m	10,1° C.	18,6° C.	+ 8,5° C.
2000	19,8	29,7	+ 9,9
3000	29,3	35,1	+ 5,8
4000	38,4	39,1	+ 0,7
5000	47,2	41,4	— 5,8

Es folgt aus diesen Zahlen, dass das Sinken der Lufttemperatur in Folge der Ausdehnung bis zu Höhen von mehr als 4000 m. durch das

Steigen derselben in Folge der Dampfkondensation neutralisirt wird; d. h. die Luft von der anfänglichen Temperatur von 25° C. könnte nicht unter diese Temperatur erkalten bis in mehr als 4000 m. absolute Höhe, ja sie würde bei 5000 m. Höhe nur um 5,8° kälter werden, sie müsste in dieser Höhe noch 19,2° warm sein, wenn Erwärmung durch Kondensation und Abkühlung durch Ausdehnung gleichzeitig neben einander hergehen würden.

Wenn die Luft am Boden nicht mit Feuchtigkeit gesättigt ist, so muss sie natürlicher Weise höher steigen, damit eine den obigen Zahlen entsprechende Kondensation stattfinde; allein selbst wenn sie nur 75% der möglichen Wassermenge enthielte, könnte sie sogar in einer absoluten Höhe von 5000 m. bloss auf + 7° erkalten; und selbst wenn der Uebergang in den festen Zustand, die Eisbildung, beginnen würde, so wäre damit nur eine neue Wärmequelle gegeben. Höher aber als auf 5000 m. brauchen wir nicht zu gehen, da die grosse Mehrzahl der Gewitter sich weit unter dieser Höhe ausbildet.

Ein aufsteigender Luftstrom kann auch dadurch zu einem Niederschlag Anlass geben, dass er eine Mischung von kalter und warmer Luft einleitet. Nehmen wir an, es mische sich 1 Kubikmeter gesättigter Luft von 25° mit 1 Kubikmeter gesättigter Luft von 0° und sehen wir zunächst von der Kondensationswärme ab, so erhalten wir 2 Kubikmeter Luft von 12,5°. Nun enthält

1	Kubikmeter	Luft von 25°	22,52	Gr. Wasser,
1	„	„ „ 0°	5,40	„ „
2	„	der Mischung	27,92	„ „

Nun finden sich aber in 1 Kubikmeter gesättigter Luft von 12,5° nur 11,25, in 2 Kubikmetern mithin nur 22,50 Gr. Wasser, und es muss eine Ausscheidung von 27,92 — 22,50 = 5,42 Gr. erfolgen. Diese Kondensation hat aber eine Steigerung der Temperatur der Luft um

$$\frac{0,00542 \cdot 600}{1,2932 \cdot 2 \cdot 0,2375 + 0,00542} = 5,25° \text{ C.}$$

zur Folge, d. h. das Luftgemisch erwärmt sich auf 17,75°. Bei dieser Temperatur enthalten aber 2 Kubikmeter gesättigte Luft 30,26 Gr. Wasser, d. h. mehr als die gesammte Wassermenge der gemischten Luftmassen. Es folgt daraus, dass auch durch Mischung der aufsteigenden Luft mit der kalten Luft der Höhe kein Niederschlag erfolgen kann, sofern die Kondensationswärme zur Geltung kommt.

Ich glaube, das Gesagte nöthigt unbedingt zu dem Schluss, dass, wenn keine andere Kraft in Wirksamkeit tritt, das Steigen feuchter warmer Luft erst in sehr grossen Höhen von einem Niederschlag begleitet sein kann, und dass dieser Niederschlag nicht mit der Schnelligkeit und in derjenigen absoluten Höhe zu erfolgen vermag, wie es beim Gewitter wirklich beobachtet wird.

Sieht man von der Aenderung des Aggregatzustandes ab, so sind die gewöhnlichen Vorgänge, durch welche Wärme aus einem Körper entweicht, Leitung und Strahlung. Das so äusserst geringe Leitungsvermögen der atmosphärischen Luft lässt die erstere Ursache sogleich als unwirksam für die Abkühlung aufsteigender Luftströme erkennen. Aber auch die

Strahlung kann bei der Raschheit der Gewitterbildung keinen wesentlichen Einfluss haben; denn 1) ist das Ausstrahlungsvermögen der trockenen Luft jedenfalls nur ganz ausserodentlich gering, 2) ist der Wasserdampf in zu geringer relativer Menge vorhanden, um einen bedeutenden Einfluss zu üben, selbst wenn man annehmen wollte, dass die Versuche von Magnus nicht genügen, die Tyndall'sche Ansicht zu widerlegen, und 3) ist beim Gewitter über der eigentlichen Gewitterwolke in der Regel noch eine Federwolkenschicht ausgespannt, welche in allgemein bekannter Art die Ausstrahlung nach dem Weltraum verhindert. So darf man es wol als feste Thatsache aussprechen, dass weder Leitung noch Strahlung die Kondensationswärme des Wasserdampfes zu beseitigen vermögen.

b) Es breche ein kalter Luftstrom in die warme feuchte Luft ein. Wenn ein kalter Polarstrom in warme feuchte Luft einfällt, so kann ein Niederschlag erfolgen, weil die Kapazität der Luft für Dampf in einem stärkern Verhältniss abnimmt als die Temperatur. Indess sind solche Gewitter bei uns selten und in der Regel nicht von massenhaften Niederschlägen begleitet; denn im Winter, wenn der Polarstrom sehr kalt sein kann, ist die Luft bei uns nicht warm und daher ihr absoluter Dampfgehalt nur gering, und im Sommer, wenn wir feuchte warme Luft haben, ist der Polarstrom selber nicht kalt genug. Im Frühling zeigen sich bisweilen solche Gewitter als Vorboten eines überhandnehmenden Polarstromes und kalter Witterung. Es gilt natürlich für diesen Fall das Nämliche, was oben für die Mischung warmer

und kalter Luft durch den aufsteigenden Luftstrom gefunden wurde.

Wenn im Sommer ein kalter Luftstrom zur Gewitterbildung Anlass geben soll, so muss er von oben, aus einer höhern Region, einbrechen. Es kann dann etwa durch einen Wirbel eine kalte Luftmasse aus der Höhe in die Tiefe geführt werden. Aber wie diese kalte Luft in die Tiefe sinkt, so kommt sie unter einen stärkern Luftdruck, wird auf ein kleineres Volumen zusammengepresst und dadurch erwärmt. Wenn z. B. aus der Höhe von 5000 m. Luft von — 22, 2° bis zur Meeresoberfläche herabsinkt, so erwärmt sie sich auf + 25°, d. h. die Erwärmung ist ebenso stark, als bei der entgegengesetzten Bewegung die Abkühlung. Wenn man nun ausserdem bedenkt, dass diese Luft aus der Höhe wegen ihrer anfänglichen niedern Temperatur nur eine sehr geringe Menge Wasser in Dampfform enthält, dass sie daher bei ihrem Sinken und der damit unzertrennlichen Erwärmung noch eine bedeutende Menge Wasser aufzulösen vermag, so muss man zu dem Schluss kommen, dass ein niedersinkender kalter Luftstrom gar keine Dampfkondensation, geschweige denn ein Gewitter veranlasssen kann, dass er im Gegentheil die schon niedergeschlagenen Wassermassen wieder auflöst und einen heitern Himmel schafft. Es kann das um so weniger bezweifelt werden, als die oben angenommene Temperaturdifferenz von 25° in der Tiefe und — 22,2° in 5000 m. Höhe schon abnorm gross ist, 1° C. auf 106 m. Höhendifferenz. —

Da wegen der Kondensationswärme die Bewe-

gung der Luft zur Erklärung des Gewitters nicht ausreicht, so muss der Vorgang der Dampfkondensation näher untersucht werden, denn an diesem hängt ja das ganze Problem.

Es ist Jedermann bekannt, dass eine Abkühlung eines mit Dampf gesättigten Luftraumes von einem Uebergang des gasförmigen Dampfes in tropfbar flüssiges Wasser begleitet ist. Dieser Uebergang findet entweder an den Wänden des betreffenden Gefässes statt oder im freien Raum. Im erstern Fall beschlägt sich die kalte Wand mit Wassertropfen, und diesen Fall haben wir für unsern Zweck nicht weiter zu untersuchen, im zweiten Fall dagegen bilden sich Wasserbläschen, sogen. Nebelbläschen. Man kann diese schon mit blossem Auge, wenn auch schwierig, als einen feinen Staub erkennen, deutlich sieht man sie mit dem Vergrösserungsglas. Dass aber der Nebel wirklich aus Bläschen und nicht aus massiven Kügelchen von Wasser besteht, das folgt mit Nothwendigkeit aus seinem optischen Verhalten. Bestünde er aus Tröpfchen, so müsste auffallendes Sonnenlicht in ihm einen Regenbogen bilden wie in den wirklichen Wasserkugeln des fallenden Regens. Einen solchen Regenbogen bemerkt man nie im Nebel, also besteht er überhaupt nicht aus Wasserkügelchen; sondern, was uns das bewaffnete Auge in allen einzelnen Fällen wahrnehmen lässt, gilt allgemein: Nebel und Wolken bestehen aus Bläschen.

Die Grösse dieser Bläschen erkennt man aus ihrem optischen Verhalten, sie erzeugen nämlich durch Beugung die farbigen Lichtkränze um Sonne und

Mond, und die Durchmesser dieser Lichtkränze stehen in umgekehrtem Verhältniss zu den Durchmessern der Bläschen. Wenn D der Durchmesser des Bläschens und R_1, R_2, R_3 die Durchmesser der aufeinander folgenden Ringe für Roth, vermindert um den scheinbaren Durchmesser der Sonne und des Mondes, so ist nach Fraunhofer

$$D = \frac{0{,}00000696}{R_1} = \frac{0{,}00000696 + 0{,}00000579}{R_2} = \frac{0{,}00000696 + 2 \cdot 0{,}00000579}{R_3} \text{ Meter.}$$

Die Bläschen sind bei anhaltend schönem Wetter am kleinsten und nehmen beim Eintritt von Regenwetter rasch an Grösse zu. Die nämliche Wolke zeigt in ihrer ganzen Ausdehnung das nämliche Verhalten, dagegen weichen bei veränderlichem Wetter verschiedene Wolken in bedeutendem Grade von einander ab. Ebenso wechselt die Grösse der Bläschen von einer Jahreszeit zur andern, ihr Durchmesser beträgt nämlich nach den Beobachtungen von Kämtz im Winter 0,0257 mm.

im	Winter	0,0257 mm.
„	Frühling	0,0195
„	Sommer	0,0165
„	Herbst	0,0244
„	Jahr	0,0215
„	Maximum	0,0606
„	Minimum	0,0095.

Es sind mithin die kleinsten Bläschen fast 6½ mal kleiner als die grössten. Was die Dicke des Wasserhäutchens betrifft, aus dem das Bläschen

besteht, so ist dieselbe noch wenig genau untersucht; man hat aus dem optischen Verhalten auf eine Stärke derselben von 0,000675 mm. geschlossen. Natürlich kann das nur eine mittlere Zahl sein. Wenn man mit Clausius annimmt, dass die blaue Farbe des Himmels von der Reflexion des Lichtes an Wasserbläschen herrühre, und diese Annahme ist in hohem Grad plausibel, so muss die Wandstärke derselben gegen 7 mal geringer sein als obige Zahl und kann nur etwa 0,0001 mm. betragen.

Es ist gewiss merkwürdig, dass das Wasser aus dem gasförmigen Zustand sich nicht in massiven Kügelchen, sondern in Bläschen ausscheidet, und ich hoffe, weiter unten zeigen zu können, dass diese Erscheinung in genauem ursächlichem Zusammenhang mit der Erscheinung des Gewitters steht. Vorläufig will ich aber den unmittelbaren Einfluss der Bläschenform auf die Temperatur untersuchen.

In einem Kapillarröhrchen von 1 mm. Durchmesser steigt das Wasser um 30 mm. über das umgebende Niveau. Dieses Steigen ist die Folge der Anziehung zwischen den Molekülen an der Oberfläche des Wassers, eines Kohäsionsdruckes, welcher durch die konkave Form der Wasseroberfläche im Röhrchen eine einseitige Richtung, nämlich nach dem Mittelpunkt der Krümmung hin, erhält. Dieser Kohäsionsdruck ist also stark genug, um einer Wassersäule von 30 mm. das Gleichgewicht zu halten. Theorie und Erfahrung zeigen, dass die Stärke dieses Kohäsionsdruckes in zwei Röhren sich umgekehrt verhält wie die Durchmesser der Röhren. Die Stärke des Kohäsionsdruckes hängt nur von der Form der

Oberfläche ab; sie ist daher ganz gleich, ob das Wasser in einem Röhrchen eingeschlossen sei, oder ob es aus irgend einem andern Grund eine kugelförmige Oberfläche annehme; dieser Druck muss daher auch in einem Wasserbläschen wirksam sein; und da dasselbe zwei wirksame Oberflächen hat, so muss der Druck in ihm 2 mal grösser sein als in einer Kapillarröhre von gleichem Durchmesser, d. h. er wird in einem Bläschen von 1 mm. Durchmesser dem Druck von 60 mm. Wasser das Gleichgewicht halten, natürlich unter der Voraussetzung, dass die Dicke der Wasserhülle vernachlässigt wird.

Berechnet man den Kohäsionsdruck für einige der oben angegebenen Bläschengrössen, so findet man folgende Zahlen:

Durchm. des Bläschens in mm.		Druck in mm. Wasser.	Druck in mm. Quecksilber.	Druck in Atmosphären.
Winter	0,0257	2334,6	171,7	0,226
Sommer	0,0165	3636,4	267,4	0,352
Jahr	0,0215	2790,7	205,2	0,270
Maximum	0,0606	990,1	72,8	0,096
Minimum	0,0095	6315,8	464,4	0,611

Die Bläschenluft hat natürlich ausser diesem Kohäsionsdruck noch denjenigen der umgebenden Luft auszuhalten.

Aus den Bläschen kann ein Niederschlag nur dann entstehen, wenn sie zusammenfliessen und zerplatzen, wenn also die eingeschlossene komprimirte Luft frei wird und sich auf den dem herrschenden Luftdruck entsprechenden Raum aus-

dehnt. Diese Ausdehnung hat einen Wärmeverbrauch, ein Sinken der Temperatur, zur nothwendigen Folge, und es ist nun zu untersuchen, ob diese Abkühlung durch Ausdehnung der Bläschenluft auf die Gewitterbildung von Einfluss sein könne.

Die Luft wird in diesem Fall plötzlich einem konstanten äussern Druck ausgesetzt, welcher kleiner ist als der anfängliche Druck der Luft, man findet ihre Endtemperatur t_2 nach der Gleichung

$$t_2 = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{1}{1{,}410}\left(\frac{p_1}{p_2} + 0{,}410\right)(a + t_1) - a$$ (s. S. 66)

(Zeuner, Grdz. der mechan. Wärmetheorie, p. 150).

Damit findet man für die Abkühlung durch Ausdehnung der Bläschenluft je nach dem Druck und der Temperatur der umgebenden Luft folgende Zahlen:

für das kleinste Bläschen	(Dchm.	0,0095^{mm})	32,9	bis	38,6° C.
„ „ grösste „	(„	0,0606)	7,6	„	10,9
„ „ mittlere „	(„	0,0215)	18,4	„	24,1

Auf den ersten Blick scheint diese Abkühlungsursache für die Erklärung der raschen Wolkenbildung beim Gewitter von Wichtigkeit zu sein; allein es scheint wirklich nur so. Die Bildung der Bläschen, die Kompression ihrer Luft ist von einer Wärmeerzeugung begleitet, welche ebenso stark ist wie obige Abkühlung. Wenn wir aber auch davon absehen und annehmen, dass zwischen der Bildung und dem Platzen der Bläschen so viel Zeit verfliesse, dass sie sich inzwischen auf die Temperatur der umgebenden Luft abkühlen können, so erhalten wir doch kein günstiges Resultat. Zunächst ist nämlich klar, dass durch die Ausdehnung der Bläschenluft die umgebende Luft

zusammengepresst und in dieser eine Wärmemenge erzeugt wird, welche gleich ist der zur Ausdehnung der Bläschenluft verbrauchten, in der Wolkenluft wird daher durch das Platzen der Bläschen keine Temperaturänderung eintreten können. Es folgt daraus, dass die zu jener Ausdehnung nothwendige Wärme nur aus dem Bläschen, d. h. aus seiner Wasserhülle herstammen kann, wir haben daher nur zu berechnen, wie stark dieses Bläschenwasser dadurch abgekühlt wird. Bezeichnen wir mit t die Abkühlung der Bläschenluft in Graden des hunderttheiligen Thermometers, mit L das Gewicht der Luft, mit W dasjenige des Wassers eines Bläschens, mit c die spezif. Wärme der Luft, so ist die Abkühlung des Bläschenwassers

$t_1 = t \cdot \frac{L}{W} c$. Nun ist für einen Luftdruck von 760 mm. Quecksilber $\frac{L}{W}$

im kleinsten Bläschen (0,0095 mm. Dchm.) $= \frac{1}{430}$,

im grössten „ (0,0606 „) $= \frac{1}{59}$,

im mittlern „ (0,0215 „) $= \frac{1}{209}$,

und es beträgt demnach die Abkühlung t_1 des Bläschenwassers im kleinsten Bläschen 0,023° C.
„ grössten „ 0,047
„ mittlern „ 0,029 .

Es folgt daraus, dass die Abkühlung des Wassers durch die sich ausdehnende Bläschenluft fast vollkommen unmerklich ist.

Es lässt sich endlich noch ein Einfluss des Kohäsionsdruckes in Rechnung ziehen. Wenn nämlich

der Wasserdampf aus einer Luftmasse sich in Bläschenform ausscheidet, so muss wegen der Zusammenpressung der Bläschenluft durch den Kohäsionsdruck das Volumen der Luftmasse abnehmen. Wäre diese Abnahme bedeutend, so müsste sie das Zuströmen neuer Luft veranlassen, und das hätte möglicher Weise einen Einfluss auf die weitere Ausbildung des Gewitters. Nun beträgt aber jene Verminderung des Volumens bei der Ausscheidung von 20 Gr. Wasser in 1 Kubikmeter bei den kleinsten Bläschen nur $^1/_{28000}$, bei den grössten nur $^1/_{36000}$ des anfänglichen Volumens. Diese nämliche Volumenverminderung könnte auch erreicht werden durch eine Erniedrigung der Lufttemperatur um weniger als 0,01° C., und man darf daraus schliessen, dass auch diese Wirkung des Kohäsionsdruckes auf die Gewitterbildung nur einen verschwindend kleinen Einfluss hat.

Aus diesen Betrachtungen folgt mit Nothwendigkeit, dass der Einfluss des Kohäsionsdruckes auf die Temperatur der Wolkenluft und auf die Entstehung und Ausbildung des Gewitters verschwindend klein sei.

Wenn nun keine der betrachteten Ursachen im Stande ist, die rasche Kondensation des Wasserdampfes zu Gewitterregen und Schlossen zu erklären, weder die Abkühlung durch Leitung und Strahlung und durch das Aufsteigen feuchter Luftmassen, noch das Einbrechen kalter Ströme, noch der Kohäsionsdruck, so müssen wir uns nach einer andern Kraft umsehen, und diese ist, glaube ich, gegeben in der Elektrizität.

In früherer Zeit hat man dem Blitz einen grossen Einfluss auf die Gewittererscheinung zugeschrieben; seitdem man aber von der Erklärung des Hagels durch Volta zurückgekommen ist, scheint man allgemein die Elektrizität nur als Folge des Gewitters, gleichsam als Nebenprodukt des Gewitterprozesses, betrachtet und angenommen zu haben, dass sie keinen Einfluss auf seine Entstehung besitze. Und doch ist es im höchsten Grade auffallend, dass von der Gewitterwolke Hunderte, ja Tausende von Blitzen ausgehen. Diese Blitze sind elektrische Ströme von so bedeutender Spannung, dass sie die Luft auf Stunden weit durchbrechen. Der Blitz, der eine gewisse, oft sehr bedeutende Arbeit von mechanischer, chemischer, elektrischer, thermischer Natur leistet, kann nicht aus dem Nichts entstanden sein, seiner Arbeit muss wie jeder andern ein bestimmter Wärmeverbrauch zu Grunde liegen. Bei jeder künstlichen Erzeugung von Elektrizität findet ein solcher Wärmeverbrauch statt. Bei der Reibungs- und Influenzelektrisirmaschine und bei der Magnetelektrisirmaschine ist es die Körperwärme des Experimentators, die verbraucht wird, in der Volta'schen Kette die Verbrennungswärme des Zinks oder eines andern sogen. positiven Metalles, in dem thermoelektrischen Element und bei der Pyroelektrizität die Wärme einer beliebigen äussern Wärmequelle.

Wenn ein Stück Zink bei Sauerstoffzutritt zum Glühen erhitzt wird, so verbrennt es unter Licht- und Wärmeentwicklung; im Volta'schen Element dagegen verbrennt es zwar auch, aber ohne Licht- und Wärmeentwicklung, dafür entsteht ein elektrischer

Strom. Wir erhalten mithin durch den nämlichen chemischen Prozess das eine Mal Wärme, das andere Mal Elektrizität, und wir schliessen daraus, dass Wärme und Elektrizität auf einem ähnlichen innern Vorgang beruhen.

Wir halten uns um so eher zu diesem Schluss berechtigt, als der elektrische Strom wieder in Wärme verwandelt werden kann und in der geschlossenen Volta'schen Kette wirklich verwandelt wird. Die Wärme, welche im Leitungskreis des Stromes durch diesen entwickelt wird, ist, wenn derselbe keine weitere Arbeit verrichtet, gleich der zu seiner Erzeugung verbrauchten Wärme. Der elektrische Strom vertheilt die zu seiner Erzeugung verbrauchte Wärme über seine ganze Leitung.

Ich sehe nun keinen Grund ein, der uns verhindern könnte anzunehmen, dass in der Gewitterwolke ein ähnlicher Vorgang stattfinde, dass die elektrischen Ströme, die Blitze, die Kondensationswärme des Wasserdampfes über einen weiten Raum vertheilten, damit eine Erwärmung der Wolkenluft verhinderten und eine weitere Dampfkondensation ermöglichten. Es scheint mir, es könne gar kein ernstlicher Zweifel darüber walten, dass die von einer Wolke ausgehenden Blitze wirklich diesen abkühlenden Einfluss auf die Wolke haben, sofern die Gewitterelektrizität in der Wolke selber entsteht. Wäre sie nämlich etwas von aussen dazu Gekommenes, so könnte sie ohne weitere Folgen auch wieder weggenommen werden. Die Wolke würde sich dann nur verhalten wie ein gewöhnlicher elektrisirter Konduktor einer

Elektrisirmaschine, der durch den Entzug seiner Ladung keinen abkühlenden Einfluss erleidet, weil die Wärme, die zur Bildung der Elektrizität verbraucht wurde, nicht ihm entzogen worden ist. Es ist also jetzt zu untersuchen, ob die Gewitterelektrizität in der Wolke selber entstehe oder ob sie ihr von aussen zugeführt werde.

Durch die sorgfältigsten Versuche von Reich und Riess, die auch durch die Erfahrungen an der Hydroelektrisirmaschine vollkommen bestätigt werden, ist die Verdampfung des Wassers von keiner Elektrizitätsentwicklung begleitet, wie Pouillet aus seinen Versuchen geschlossen hatte; mit dem von der Erdoberfläche aufsteigenden Wasserdampf kann daher keine Elektrizität in die Region der Gewitterwolken gelangen. Dagegen ist die atmosphärische Luft in der Regel positiv elektrisch und zwar nach den Beobachtungen von Quetelet in Brüssel im Januar im Durchschnitt 9 mal stärker als im Juni, also in der gewitterreichsten Zeit am schwächsten. Es ist nicht einzusehen, wie diese Luftelektrizität sich in einer Wolke zu solcher Spannung anhäufen könnte, um Blitze zu erzeugen; denn die Luft häuft sich ja nicht an in der Gewitterwolke, es kann daher auch keine Ansammlung der Elektrizität aus verschiedenen Luftmassen an der nämlichen Stelle des Raumes erfolgen, im Gegentheil, die Luft, in welcher die Wolke entsteht, ist aus tiefern Regionen aufgestiegen, wo die Elektrizität nach allen Beobachtungen schwächer ist als in der Höhe, durch den aufsteigenden Luftstrom kann daher die Luftelektrizität in der Wolkenregion nur geschwächt, nicht verstärkt werden. Und

wenn man sich vorstellen wollte, dass die elektrischen Erscheinungen des Gewitters dadurch zu Stande kämen, dass die schlecht leitende Luft an sich keine bedeutende elektrische Wirkung nach aussen, keine Funken zu erzeugen vermöchte, dass sie dagegen an die ausgeschiedenen Nebelbläschen ihre Elektrizität abgeben könnte, worauf diese als leitende Körper zur Funkenbildung Anlass gäben, so widerspricht dem entschieden, abgesehen von andern Gründen, schon die Erfahrung, dass in sehr vielen Fällen Nebelbläschen ausgeschieden werden, ohne dass elektrische Entladungen erfolgten; man denke nur an unsre Nebel und daran, dass nicht blitzende Wolken ausserordentlich viel häufiger sind als blitzende; ferner dass im Winter, wo die Luft am stärksten elektrisch ist, Gewittererscheinungen am seltensten eintreten. Auch der Umstand, dass künstliche Wolken, die durch Kondensation des Dampfes siedenden Wassers entstehen, keine elektrischen Erscheinungen wahrnehmen lassen, spricht durchaus gegen die Annahme, dass die Gewitterelektrizität nichts anderes sei, als die in der Wolke als Konduktor angesammelte Elektrizität der atmosphärischen Luft. So hat man denn auch von jeher angenommen, dass die Gewitterelektrizität in der Wolke selber entstehe, dass sie ein die Kondensation des Dampfes begleitender Vorgang sei, und man neigt sich vielfach der Ansicht zu, dass die Reibung der ursächliche Vorgang sei. Allein wo soll diese Reibung stattfinden? Jedenfalls nicht an der Berührungsstelle von bewegter und ruhender Luft, denn es entsteht keine irgend bedeutende Elektrizität, wenn gleichartige Körper an einander gerie-

ben werden. Es ist aber auch keine Elektrizitätsentwicklung durch Reibung von Luft an den Wasserbläschen denkbar; denn diese schwimmen in und mit der Luft und setzen ihrer Bewegung einen kaum merkbaren Widerstand entgegen. So bleibt uns keine andere Annahme als die, dass die Gewitterelektrizität durch den Prozęss der Dampfkondensation selbst entstehe.

Die lebendige Kraft der Molekularbewegung eines Körpers, die wir als Wärme empfinden, kann auf einen andern Körper in drei Arten wirken: Entweder überträgt sie sich auf diesen so, dass derselbe im Ganzen eine Bewegung ausführt, indem sich die lebendigen Kräfte der einzelnen Moleküle zu einer Resultirenden vereinigen; oder es findet die Uebertragung auf die einzelnen Moleküle des zweiten Körpers in der Art statt, dass dieser selber warm wird; oder aber die Wärmebewegungen des ersten Körpers werden bei der Aufnahme durch den zweiten so verwandelt, dass sie uns als Elektrizität erscheinen. Ich halte nun dafür, diese letztere Umsetzung von Wärme in Elektrizität erfolge bei der Kondensation des Wasserdampfes in der atmosphärischen Luft, bei der Bläschenbildung; die Kondensationswärme wird dann als solche nicht wahrnehmbar, sie tritt in der Form von Elektrizität auf.

Positive und negative Elektrizität sind Bewegungszustände, die immer gleichzeitig entstehen und in ihrer Art einander entgegengesetzt sind. Wenn die Wärmeschwingungen sich in Elektrizität umwandeln, so müssen sie sich in diese beiden Bewegungen

zerlegen, und wenn sich diese elektrischen Bewegungen wieder vereinigen, so geht als Resultirende diejenige Bewegung hervor, die wir Wärme nennen. Findet Elektrizitätsentwicklung bei der Bläschenbildung statt, so müssen ebenfalls beide elektrischen Zustände entstehen. Die beiden Körper, die hiebei in's Spiel kommen, sind Luft und Wasser. Wie man aus der regelmässigen positiven Elektrizität der atmosphärischen Luft schliessen kann, nimmt bei der Bläschenbildung die Luft die positive, das Wasser die negative Elektrizität an.

Wenn nun aber das negativ elektrische Wasser mit der positiv elektrischen Luft in Berührung bleibt, so können die beiden Elektrizitäten nicht getrennt bleiben, sie vereinigen sich wieder und verwandeln sich dadurch in Wärme; die Kondensationswärme, deren Aequivalent sie sind, erscheint daher bei der Bläschenbildung nicht im Augenblick des Dampfniederschlags, sondern um eine gewisse Zeit später, als Resultat des sekundären Vorganges der elektrischen Ausgleichung. Wenn aber auch diese Ausgleichung in der Wolke längere Zeit in Anspruch nähme und die Elektrizitäten während dessen getrennt blieben, so könnte doch keine elektrische Wirkung nach aussen sich zeigen, da sich die entgegengesetzten Elektrizitäten als unmittelbar neben einander liegend gegenseitig neutralisirten, wie die magnetischen Moleküle eines nicht magnetisirten Stahlstabes. Soll daher bei der Kondensation des Wasserdampfes der Luft eine elektrische Wirkung nach aussen sich zeigen, so müssen mit der Kondensation die beiden entgegengesetzt elektrischen Körper, Luft und

Wasser, von einander getrennt werden, und diese Trennung ist möglich, ja sie findet in der Gewitterwolke wirklich statt.

Zur Gewitterbildung ist nämlich, wie ich schon im Anfang sagte, eine rasche Kondensation des Wasserdampfes, die massenhafte Bildung von Bläschen nothwendig. Man kann das auch schon aus dem raschen Anwachsen und der grossen Dunkelheit der Gewitterwolke schliessen. Es entstehen dabei wegen ungleicher Stärke der Wandungen Bläschen von verschiedenem Gewicht; die schwereren werden im Fallen die leichteren einholen und sich mit ihnen vereinigen; dabei werden sie im Allgemeinen platzen, ihre Luft entweicht, sie ziehen sich auf ein kleineres Volumen zusammen, fallen nun mit beschleunigter Geschwindigkeit und reissen andere Bläschen mit sich. Indem aber diese Tropfen durch die Wolke fallen, nehmen sie die negative Elektrizität mit und lassen die Luft im positiv elektrischen Zustand zurück. Es spielt vielleicht bei dieser Tropfenbildung auch die Elektrizität eine Rolle, indem ältere Bläschen, die ihre Elektrizität schon verloren haben, von frisch gebildeten elektrischen angezogen und zur Vereinigung gezwungen werden; doch lässt sich die Tropfenbildung auch ohne diesen Vorgang erklären, namentlich wenn man die heftigen Bewegungen berücksichtigt, welche in der Gewitterwolke immer beobachtet werden.

Es lässt sich nun, wenn auch nur sehr annäherungsweise, berechnen, wie viel Wärmeeinheiten bei einem Gewitter von bestimmter Grösse in Elektrizität umgesetzt werden müssen, wenn

der wirklich beobachtete Niederschlag von Wasser und Eis möglich sein soll. Nehmen wir an, das Gewitter sei 10 Mal kleiner als jenes im Anfang berechnete vom 13. August 1832, d. h. es finde bei ihm eine Ausscheidung von 1000 Mill. Kgr. Wasser statt, es werde durch einen aufsteigenden Luftstrom erzeugt, der anfänglich 25° warm und zu 75 % mit Dampf gesättigt sei, d. h. in 1 Kubikmeter 16,9 Gr. Wasser enthalte, und diese Luft steige in eine Höhe von 3000^m. Damit aus dieser Luft 1000 Mill. Kilogr. Wasser niederfallen können, müssen 80000 Mill. Kubikmeter derselben in jene Höhe aufsteigen und sich dabei auf −4,3° abkühlen. Diese Luft hat ein Gewicht von 100000 Mill. Kilogr., ihre Abkühlung um 25 + 4,3° = 29,3° entspricht mithin einer Wärmemenge von 100000 Mill. . 0,2375 . 29,3 = 700000 Mill. Wärmeeinheiten. Wenn aber diese Luft eine solche Wärmemenge in sich aufnehmen und sich auf −4,3° abkühlen soll, so darf sie keine Wärme von aussen zugeführt erhalten, d. h. es darf sich kein Dampf in flüssiger Form ausscheiden und seine Kondensationswärme an die Luft abgeben, sondern d i e s e g e s a m m t e K o n d e n s a t i o n s w ä r m e m u s s i n F o r m v o n E l e k t r i z i t ä t a u f t r e t e n; es beträgt aber dieselbe ungefähr 1000 Mill. × 600 = 600000 Mill. Wärmeeinheiten.

Diese in Elektrizität umgesetzte Wärmemenge entspricht der Verbrennungswärme von etwa 80000000 Kilogr. Steinkohle oder dem Verbrauch von mehr als 400 Mill. Kilogr. Zink in der Bunsen'schen Kette. Es geben diese Zahlen wenigstens eine ungefähre Vorstellung von der Grossartigkeit jenes Kraftmagazins, aus dem die Wärme in Blitzgestalt ausstrahlt. Selbst

wenn ein bedeutender Theil der Kondensationswärme durch andere Vorgänge, wie Leitung, Strahlung, das Einbrechen kalter Luftströme verloren ginge, ist doch dieser Kraftvorrath gross genug, um für die Erklärung der Gewitterelektrizität hinzureichen.

Es drängt sich hiebei die Frage auf, ob die vorhandene Wassermasse genüge, diese enorme Quantität von Elektrizität oder vielmehr die Hälfte derselben, da die andere Hälfte an die Luft übergeht, aufzunehmen. Die Menge der freien Elektrizität, welche ein Körper aufnehmen kann, hängt bekanntlich von der Grösse seiner Oberfläche, nicht von seiner Masse ab. Besteht nun eine Gewitterwolke aus Bläschen der grössten Art (von 0,0606^{mm} Durchmesser und 0,000675^{mm} Wandstärke) und finden sich 20 Gr. solcher in 1 Kubikmeter Luft, so ist ihre Anzahl 2725 Mill., die Oberfläche eines einzelnen = 0.011537$^{\square mm}$ und die aller zusammen = 31,4$^{\square m}$. Die oben angenommene Wassermasse von 1000 Mill. Kil. erfordert unter diesen Umständen eine Luftmasse von 50000 Mill. Kubikmetern (à 20 Gr. Wassergehalt), und die Bläschen dieser Luftmasse haben eine Oberfläche von mehr als 28000 geogr. Quadratmeilen (die Meile zu 7420^{m}), das ist mehr als der Flächeninhalt von Portugal, Spanien, Frankreich und Italien zusammengenommen. Gewiss kann ein solcher Konduktor selbst bei äusserst schwacher Ladung doch eine enorme Menge von lebendiger Kraft in Gestalt von freier Elektrizität enthalten, resp. bei seinem Fall aus der Wolke wegführen. Auf 1 Kubikmeter der Gewitterluft von der eben angenommenen Beschaffenheit, also auf einen Konduktor von 31,4 Quadratmeter Oberfläche

träfe es so viel Elektrizität, als durch den Verbrauch von ungefähr 2,5 Gr. Zink in der Bunsen'schen Kette entsteht. Diese Elektrizität ist äquivalent einer Wärmemenge von ungefähr 2,5 Wärmeeinheiten, d. h. sie wäre durch ihren Uebergang in Wärme im Stande, ungefähr 2,5 Kilogr. Wasser um 1° C. zu erwärmen.

Die Entstehung und Ausbildung eines Gewitters hat man sich nun in folgender Weise vorzustellen:

Wir gehen von dem Fall aus, dass das Gewitter durch einen aufsteigenden Luftstrom zu Stande komme, weil sich in diesem Falle am besten ein Einblick in den Zusammenhang der Erscheinung gewinnen lässt und die so gewonnenen Resultate dann in der Hauptsache auch auf diejenigen Gewitter anwendbar sind, welche auf andere Art entstehen. Es ist gleichgültig, auf welche Art der aufsteigende Luftstrom zu Stande komme, ob in Folge der Auflockerung durch die Wärme oder durch den Feuchtigkeitsgehalt der steigenden Luft (denn feuchte Luft ist bei gleicher Spannkraft leichter als trockene) oder durch einen horizontalen Luftstrom, der an einer Bergwand oder an einem andern derartigen Hinderniss in die Höhe steigt, oder durch einen Wirbel mit horizontaler oder schiefer Achse.

Wenn nun auf eine dieser Arten eine warme feuchte Luftmasse in die Höhe steigt, so folgt aus den Zahlen S. 68, dass eine lebhafte Dampfkondensation erst in einer Höhe von mehr als 4000^{m} eintreten kann, weil die Abkühlung durch Ausdehnung und die Erwärmung durch Dampfkondensation sich bis in diese Höhe das Gleichgewicht halten. Es ist dabei von dem

abkühlenden Einfluss der Wärmeableitung durch die umgebende Luft und der Ausstrahlung aus den S. 71 angeführten Gründen abgesehen. Die aufsteigende feuchte Luft wird desswegen bis in um so grössere absolute Höhe keine Wolkenbildung veranlassen, je höher ihre anfängliche Temperatur und je weniger sie ursprünglich mit Wasserdampf gesättigt ist. In einer gewissen Höhe nun aber wird die Ausscheidung beginnen, und wenn sie mit hinlänglicher Lebhaftigkeit erfolgt, so wird dadurch die Gewitterbildung eingeleitet. An der Stelle der Kondensationswärme erscheinen die beiden elektrischen Zustände; da keine Erhöhung der Lufttemperatur eintritt, so wird die Bläschenbildung energisch genug, um sogleich zur Tropfenbildung zu führen. Vielleicht wird die Tropfenbildung auch durch Bildung von Eiskrystallen, von Schnee ersetzt. Tropfen und Schnee nehmen nun beim Fallen die negative Elektrizität mit sich. Die trocknen Schneekrystalle wären dazu vielleicht besser geeignet als Wassertropfen, weil sie die bei ihrer Bildung aufgenommene Elektrizität als schlechte Leiter nicht so leicht an die Luft abtreten.

Wie dem aber auch sei, so gelangt das ausgeschiedene Wasser mit sehr niedriger Temperatur in eine tiefere wärmere Region, kühlt diese ab und leitet nun auch in dieser die heftige Bläschenbildung ein, die Gewitterwolke wächst in Folge hievon von oben nach unten, die Abkühlung pflanzt sich von oben nach unten fort, nicht durch herabsinkende Luft, diese kann ja nach dem S. 72 Gesagten keinen abkühlenden Einfluss auf die tiefern Regionen ausüben, sondern durch die herabstürzenden kalten Wasser-

oder Eismassen. Man erkennt den Einfluss derselben schon an der Form der Gewitterwolke. Alle Beobachter von hagelnden Wolken reden von sackartigen Anhängseln an der untern Fläche der Wolke; es sind das eben die Stellen, an welchen kalte Wasser- oder Eismassen niederstürzen und die zur Dampfkondensation nöthige Abkühlung veranlassen.

Da die Bläschen nur sehr kurze Zeit elektrisch sind, indem sie entweder ihre Elektrizität an die entgegengesetzt elektrische Luft abtreten oder zu Tropfen zusammenfliessen und aus der Wolke fallen, und da sie in verschiedenen Parthien der Wolke sich nicht zu gleicher Zeit ausbilden, so ist damit auch der Einwurf widerlegt, dass, falls die Bläschen elektrisch wären, sie einander abstossen und aus einander weichen müssten, dass die Gewitterwolke sich in Folge hievon zerstreute.

Wenn die Bläschen in Tröpfchen zusammenfliessen, so vermindert sich ihr Volumen durch den Austritt der Bläschenluft, so dass es zu einem Tropfen von 1 Kubikmillimeter Inhalt 136000 Bläschen von $0{,}0606^{mm}$ Durchmesser braucht. In Luft von der S. 88 angenommenen Beschaffenheit sind diese Bläschen in einem Raum von ungefähr 50 Kubikcentimetern enthalten; eine solche Luftmasse wird mithin durch die Bildung eines Tropfens von 1 Kubikmillimeter Inhalt frei. Nun ist die Oberfläche dieses Tropfens 325 Mal kleiner als diejenige der zu seiner Bildung aufgebrauchten Bläschen; es ist mithin auch die Spannung der auf ihm angehäuften negativen Elektrizität 325 Mal grösser als auf einem Bläschen. Wenn nun solche stark negativ elektrische Tropfen auf die untern

noch unelektrischen Luftschichten fallen, so können sie eben wegen dieser hohen Spannung ihrer Elektrizität diese an die Luft abtreten und die Entstehung einer negativ elektrischen Luftmasse veranlassen. Während also die Luft in der Höhe positiv ist, kann die unter ihr negativ werden. Durch die Winde, die ja beim Gewitter nie fehlen, können dann solche entgegengesetzt elektrische Luftmassen auch neben einander zu liegen kommen. So mag sich die Erscheinung erklären, dass in der nämlichen Gewitterwolke positiv elektrische Parthien mit negativ elektrischen abwechseln.

Unter andern Umständen kann aber der Regen sich auch positiv verhalten. Wenn er nach Abgabe seiner negativen Elektrizität durch eine stark positiv elektrische Luftmasse stürzt, so kann er durch Aufnahme von deren Elektrizität positiv werden und in diesem Zustande an die Erdoberfläche gelangen. Es wird das um so eher geschehen, je länger die Regentropfen in der positiv elektrischen Luftschicht verharren, z. B, je langsamer sie fallen. Damit stimmt auf's Ungezwungenste die Erscheinung überein, dass die Regen, namentlich die Gewitterregen, bei ihrem Beginn fast immer negativ elektrisch sind. Daher mag es zum Theil kommen, dass der Schnee immer positiv elektrisch ist. Ausserdem ist der Schnee durch seine Spitzen und Kanten besonders befähigt, seine negative Elektrizität auszustrahlen und die positive der Luft aufzunehmen, sobald er feucht und leitend ist.

Ist diese Ansicht richtig, so erklärt sich daraus auch die Verschiedenheit der Zickzackblitze und der Flächenblitze. Letztere sind nach den spektrosko-

pischen Untersuchungen von Herrn Professor Kundt Büschelentladungen. Nun bestehen künstliche Büschelentladungen in dem Uebergang der Elektrizität von einem abgerundeten Leiter auf die Luft. Es scheint daher, die Flächenblitze entstehen dadurch, dass die stark elektrischen fallenden Regentropfen als kugelförmige Leiter an die Luft ihre Ladung negativer Elektrizität abgeben oder unter andern Umständen von der stark positiven Luft diese positive Elektrizität aufnehmen. Die Zickzackblitze dagegen sind mit den Funken zu vergleichen, die aus einem elektrischen Nichtleiter, einer geriebenen Siegellack- oder Glasstange u. dgl., gezogen werden können. Es wird daraus auch begreiflich, dass die Zahl der Flächenblitze so ungleich viel grösser ist als die der Zickzackblitze; jene können durch jede vereinzelte Kondensation, jeden einzelnen Regenfall verursacht werden; diesen dagegen muss eine viel stärkere Ansammlung vorangehen, weil sie einen viel grössern Widerstand zu überwinden haben. Solche Zickzackblitze können aber bloss von der Wolkenluft, nicht von den Bläschen ausgehen, wie man sonst wol angenommen hat, weil die Bläschen nur sehr kurze Zeit elektrisch bleiben, und, wie schon oben gesagt, nur in kleinern Wolkenparthien gleichzeitig im elektrischen Zustand vorhanden sind. Dazu kommt, dass die Luft ein Kontinuum, einen zusammenhängenden Körper bildet, der nur durch molekuläre Zwischenräume unterbrochen ist, während die Bläschen durch verhältnissmässig weite Zwischenräume von einander getrennt sind. Bei der oben vorausgesetzten Häufigkeit der Bläschen (2725 Mill. in 1 Kubikmeter Wolkenluft) ist ihr gegenseitiger Abstand 11,8 mal grösser

als ihr Durchmesser. Nun wird man aber einen isolirten kugelförmigen Leiter künstlich kaum so stark laden können, dass er auf eine derartige Distanz Funken abgibt; und doch liesse sich die Entstehung des Blitzes aus einer Bläschenmasse nur so denken — wenn es überhaupt nicht der Natur der Dinge widerspräche — dass die Elektrizität von Bläschen zu Bläschen überspränge. Wir kennen freilich die Eigenschaften einer durch und durch elektrisirten Luftmasse noch zu wenig, um darüber mehr als Vermuthungen aussprechen zu können; aber die merkwürdige Eigenthümlichkeit der Luft, bei starker Verdünnung zu einem Leiter zu werden, spricht wol für die Möglichkeit, dass aus einer elektrisirten Luftmasse von grosser Ausdehnung Blitze hervorbrechen können.

Wenn die Flächenblitze durch den Uebergang der negativen Elektrizität der Wassertropfen auf die positiv elektrische Luft entstehen, so haben sie eine Ausgleichung der getrennten Elektrizitäten und damit eine Wärmeerzeugung in der Wolke selber zur Folge; in diesem Falle verzögern sie daher die Dampfkondensation und verlangsamen den Gang des Gewitters. Die Zickzackblitze dagegen führen die lebendige Kraft der Kondensationswärme in die weitere Umgebung ab und verbrauchen sie hier zur mechanischen Zertrennung, Zusammenpressung und Erschütterung der Luft (der Donner verzehrt auch eine gewisse Wärmemenge der Gewitterwolke), auch zur Zersetzung derselben. Dass die letztere eine bedeutende Wärmemenge repräsentirt, folgt aus der Ozonentwicklung beim Einschlagen des Blitzes und aus dem Gehalt des Gewitterregens an Salpetersäure. Letztere kann nur entstehen, wenn

durch die Elektrizität das Band gelöst wird, welches die Atome des Stickstoffs, Sauerstoffs und Wasserstoffs zu Molekülen zusammenschliesst, so dass ihre Valenzen zur Bildung neuer Verbindungen frei werden. Ausserdem wird der Zickzackblitz auf seinem Wege auch Wärme erzeugen, wie er das ja beim Einschlagen in reichem Maasse thut; denn im Grund ist der Blitz nichts anderes als ein elektrischer Strom, durch welchen entgegengesetzte Elektrizitäten entfernter Luftmassen sich ausgleichen, in Wärme zurückverwandeln. Möglicherweise hängt damit die Erfahrung zusammen, dass beim Hagelschlag der Hagel manchmal in zwei parallelen Strichen fällt, die durch einen hagelfreien Strich von einander getrennt sind. Es wäre wenigstens denkbar, dass die zwischen den hagelnden Wolkenmassen hin- und herzuckenden Blitze die dazwischen liegende Luft sich nicht in dem zur Hagelbildung nothwendigen Grade abkühlen liessen.

Sehr gut stimmt mit unserer Annahme von der Entstehung und Bedeutung der Gewitterelektrizität die bekannte Thatsache überein, dass kurz nach dem einem heftigen Blitz, gewöhnlich noch vor Donner, ein verstärkter Regen- oder Hagelfall wahrgenommen wird. Da der Schall sich in einer Sekunde 340 Meter weit fortpflanzt, die Fallgeschwindigkeit des Regens oder Hagels jedenfalls aber viel geringer ist als 340 Meter, nämlich für eine Wasserkugel von 0,02 Meter Durchmesser wegen des Luftwiderstandes nur 10,5 Meter (s. Röber in Schlömilch, Zeitschr. für Math. u. Phys., Bd. X, 123), so muss Regen und Hagel, der mit dem Schall oder noch vor ihm auf dem Boden anlangt, jedenfalls vor dem

Blitze in der Wolke entstanden sein. Erst wenn der Regen aus der Wolke, in welcher er entstanden, gefallen ist und die negative Elektrizität mit sich in die Tiefe genommen hat, kann die positive Elektrizität der Wolkenluft sich in einem Funken, dem Blitz, entladen.

Sobald die Kondensationswärme des Wasserdampfes in Form von Elektrizität beseitigt ist, so bietet die Erklärung der Hagelbildung keine wesentlichen Schwierigkeiten mehr. Ist die Luft durch ihr Aufsteigen in 3000 Meter Höhe auf —4,3° abgekühlt und die in ihr schwimmenden Wasserbläschen mit ihr, so werden diese beim Zusammenfliessen erstarren; dabei wird nun allerdings eine bedeutende Menge Wärme entwickelt, nämlich auf jedes Kilogramm Eis 79 Wärmeeinheiten; diese wird aber von der —4,3° kalten Luft aufgenommen. Die Menge derselben beträgt nach der obigen Berechnung 100,000 Mill. Kilogramm. Um diese Luft von —4,3 auf 0° zu erwärmen, bedarf es

$$100000000000 \cdot 4{,}3 \cdot 0{,}2375 = 102000000000$$

Wärmeeinheiten, d. h. mehr als die Erstarrungswärme der gesammten Wassermenge von 1000 Mill. Kilogr., welche aus der Wolke ausgeschieden wird, und von welcher ein grosser Theil in flüssiger Form auf der Erde anlangt. Aus dem Gesagten folgt übrigens, dass wenigstens im Sommer der Beginn der Hagelbildung in grosser Höhe zu suchen ist. Wenn nun das entstehende Hagelkorn durch die Wolkenmasse fällt, von der wir annehmen wollen, dass sie überall gleich reich an Bläschen sei, und dasselbe immer die gleiche Seite nach unten kehrt, was man aus seiner im Durchschnitt

pyramidalen Form schliessen kann, so wächst es durch Aufnahme der von ihm getroffenen Bläschen beim Fall durch 1 Meter um 0,02 Millimeter in die Länge; denn so hoch würde das Wasser aus einem Kubikmeter dessen Boden bedecken. 1000 Meter Fallhöhe vermehren demnach die Länge des fallenden Hagelkornes um 20 Millimeter. Es ist natürlich, dass das Wasser sich grösstentheils auf der untern Seite des Kornes ansetzt und dass in Folge hievon das Korn da nicht bloss an Länge, sondern auch an Breite zunimmt, was eben jene pyramidale Form entstehen lässt. Auch bei diesem Anwachsen wird das Korn durch die von ihm verdrängte Luft abgekühlt, da diese immer etwa 30 Mal schwerer ist, als die aus ihr abgeschiedene Wassermenge.

Während beim Gewitter die Schwerkraft die Trennung der durch Dampfkondensation entstandenen entgegengesetzten Elektrizitäten veranlasst, geschieht es bei den Tromben durch die Zentrifugalkraft. Durch die wirbelnde Bewegung entsteht eine Verdünnung der Luft in der Achse der Trombe; die Folge davon ist eine Abkühlung, welche Bläschenbildung veranlassen kann. Da nun die Zentrifugalkraft proportional ist der Masse des rotirenden Körpers, die Bläschen aber 60—400 Mal schwerer sind als die von ihnen verdrängte Luft, so werden sie diese bei ihrer zentrifugalen Bewegung überholen und aus den innern Theilen der Trombe weggeschleudert werden. Der Erfolg ist daher der nämliche, wie bei der raschen Tropfenbildung in der Gewitterwolke: die Luft in der Trombe wird in den positiv elektrischen Zustand versetzt und kann dadurch zu elektrischen

Explosionen, zu Blitzen, befähigt werden. Die Stärke dieser Entladungen ist mithin abhängig von der Lebhaftigkeit der wirbelnden Bewegung.

Die lebhafteste Dampfkondensation findet da statt, wo der Temperaturunterschied mit zunehmender absoluter Höhe und der Dampfgehalt der Luft am grössten sind, d. h. in der heissen Zone. Hier sind die Niederschläge mit elektrischen Explosionen die Regel, diejenigen ohne solche die Ausnahme. Mit der Entfernung vom Aequator werden die Gewitter seltener, die Niederschläge ohne elektrische Entladungen häufiger, und in den kalten Zonen fehlt das Gewitter überhaupt und wird durch das Polarlicht ersetzt. Indess zeigen sich auch an den gewöhnlichen Niederschlägen elektrische Erscheinungen, nur in viel schwächerem Grade. So ist der Nebel um so stärker elektrisch, und zwar fast immer positiv, je dicker er ist, je mehr also die Möglichkeit gegeben ist, dass die Wasserbläschen zusammenfliessen, zu Boden fallen und die Luft im positiv elektrischen Zustand zurücklassen. Der Regen ist bald negativ und bald positiv. Negativ muss er werden durch rasche Kondensation des Dampfes (s. S. 84—85). Die positive Elektrizität kann nur davon herrühren, dass der Regen die positive Elektrizität der Luft aufnimmt. Bei der langsamen Wolkenbildung haben nämlich die Bläschen vor ihrem Zusammenfliessen Zeit, ihre Elektrizität an die entgegengesetzt elektrische Luft abzutreten, so dass die sich bildenden Regentropfen unelektrisch sind. Es ist nicht möglich, dass dieser Regen durch die positiv elektrische Luft fällt, ohne selbst positiv-elektrisch zu werden (s. S. 92).

In der Elektrizität, welche die Bläschenbildung begleitet, ist nun wol auch die Quelle der normalen atmosphärischen Elektrizität zu suchen. Wenn der Regen bei seinem Entstehen negative Elektrizität annimmt, so darf man mit ziemlicher Sicherheit erwarten, dass er vorwiegend mit negativer Elektrizität auf dem Boden anlangen wird, dass also mehr positive als negative Elektrizität in der Luft zurückbleibt. Wenn aber von der Luft Blitze ausgehen, so wird sie als schlechter Leiter noch einen Theil ihrer Elektrizität zurückbehalten, und dieser elektrische Rückstand der Luft ist die normale atmosphärische Elektrizität, die eben desswegen positiv ist.

Die Ableitung der Normalelektrizität aus der chemischen Einwirkung des Meerwassers auf die Stoffe der festen Erdrinde (Theorie von De la Rive und Bequerel) ist wol desswegen nicht annehmbar, weil diese Stoffe im Zustand des geschlossenen Stromkreises sich befinden, da sie einerseits durch das Wasser, andrerseits durch den festen Erdboden mit einander in Verbindung stehen, etwa wie zwei zusammengelöthete Platten von Kupfer und Zink, die so in's Wasser getaucht sind, dass die Löthstelle zum Theil von diesem bedeckt ist. In diesem Falle entstehen wol elektrische Ströme, dagegen ist keine freie Elektrizität wahrnehmbar.

So lange nun freilich der nähere Vorgang bei dem Uebergang der Gasmoleküle in die Bläschenform nicht aufgeklärt ist, hält es schwer, sich von dem elektrischen Prozess, der dabei vor sich geht, eine sichere Vorstellung zu machen. Immerhin sind einige Umstände geeignet, wenigstens einiges Licht

auf die Sache zu werfen. Zunächst ist bemerkenswerth, dass nach den Beobachtungen von Meissner (Untersuchungen über den Sauerstoff, 1863) der Wasserdampf nur in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre zu Bläschen kondensirt, bei Abwesenheit von Sauerstoff dagegen unmittelbar in massive Tropfen übergeht, ob nun die Ausscheidung in Stickstoff, Wasserstoff, Kohlensäure oder Wasserdampf vor sich gehe. Wenn nun auch diese Thatsache nicht zu der Annahme berechtigt, welche Meissner aufstellt, dass alle elektrischen Erscheinungen in der Atmosphäre durch die positive Elektrizität des Antozons hervorgerufen werden, welches durch die Oxydationsprozesse an der Erdoberfläche entsteht, so lässt sie doch den Schluss ziehen, dass bei der Bläschenbildung noch andere Kräfte thätig sind als bloss die Kohäsion der Wassermoleküle.

Nun hat ferner die Bläschenbildung einen Einfluss auf die Diffusionserscheinungen. Da die Bläschenluft unter dem oben berechneten Kohäsionsdruck steht, so sollte man erwarten, dass dieselbe von dem Wasser des Bläschens in einer diesem Drucke entsprechenden Menge aufgenommen würde, und dass daher, da der Druck von aussen kleiner ist, diese absorbirte Luft nach der Seite des kleinern Druckes diffundirte, und zwar mit zunehmender Geschwindigkeit, weil beim Kleinerwerden des Bläschens der Kohäsionsdruck grösser wird, d. h. dass die Bläschenluft rasch verschwände und das Bläschen sich in ein Wassertröpfchen verwandelte. Da das letztere in gesättigter Luft nicht beobachtet wird, so kann auch jene Diffusion nicht stattfinden, das so äusserst dünne

Wasserhäutchen bildet für das eingeschlossene Gas eine undurchdringliche Schranke. Es ist gerade so, wie wenn in Folge des Kohäsionsdruckes die Moleküle des Wassers so dicht bei einander wären, dass diejenigen der Luft nicht zwischen sie einzudringen vermöchten.

Eine fernere Eigenthümlichkeit der Bläschen ist ein gewisser Widerstand derselben gegen die Verdunstung. Die Wasserbläschen (s. S. 75), welche das diffuse Tageslicht, die blaue Farbe des Himmels und die Erscheinung der Morgen- und Abendröthe bedingen, müssen zu allen Zeiten in der Luft schwimmen, bald in grösserer, bald in geringerer Menge, sonst müsste ja der Himmel zeitweise schwarz erscheinen. Nun ist aber die Luft bei recht klarem Himmel nicht mit Wasserdampf gesättigt, weder in den tiefen, noch in den hohen Regionen. Man sollte nun erwarten, dass in solcher Luft diese zarten Bläschen durch Verdunstung rasch verschwinden müssten. Dass das nicht geschieht, scheint dafür zu sprechen, dass die Wassermoleküle in den Bläschen durch eine stärkere Kraft zusammengehalten und an einander gebunden werden, als es sonst beim Wasser der Fall ist.

Es scheint mir, diese Nichtdiffusion der Luft durch die Bläschenwand und der Widerstand der letztern gegen die Verdunstung seien in theoretischer Hinsicht sehr wichtige Erscheinungen, welche darauf hinweisen, dass die Wassermoleküle im Bläschen in einer besondern Art gruppirt sind. Da die Bläschen nach allen Richtungen die nämlichen Erscheinungen zeigen, so kann diese Gruppirung nicht wol anders als eine regelmässige sein, etwa zu vergleichen

mit derjenigen der Moleküle eines Krystalles. Von dieser Regelmässigkeit der Anordnung kann aber auch ein elektrischer Einfluss erwartet werden; sehen wir doch in vielen Krystallen beim Erwärmen elektrische Erscheinungen eintreten und nimmt man ja allgemein an, dass beim Entstehen des galvanischen Stromes die Moleküle in der Flüssigkeit der Säule in bestimmter Art regelmässig gruppirt sind, in der Art z. B., dass in allen Wassermolekülen das Sauerstoffatom zunächst nach dem positiven Metall hin gerichtet ist.

Wie mir scheint, lässt sich bloss auf experimentellem Wege entscheiden, ob die vorgetragene neue Theorie des Gewitters der Natur entspreche oder nicht. Diese Prüfung sollte nicht allzu schwer sein und lässt sich in verschiedener Art ausführen; es handelt sich nur darum, die Wasserbläschen kurz nach ihrer Bildung aus der Luft, in der sie entstanden sind, zu entfernen. Das lässt sich entweder dadurch erreichen, dass man feuchte warme Luft so stark abkühlt, dass ein künstlicher Regen oder Schneefall entsteht, oder dadurch, dass man die Bläschen durch Zentrifugalkraft aus der Luft entfernt. Jene Abkühlung kann wieder auf zwei verschiedene Arten erreicht werden: Entweder lässt man in die feuchte warme Luft einen sehr stark abgekühlten Luftstrom eintreten, wobei man sich daran erinnern mag, dass einst in einem Theater in Petersburg durch Einschlagen eines Fensters ein künstlicher Schneefall entstand, oder man presst die Luft zusammen, lässt sie mit Dampf sich sättigen und bringt die nöthige Abkühlung dadurch hervor, dass man das Gefäss mit der komprimirten Luft öffnet und diese sich ausdehnen

lässt. Die Abkühlung durch einen kalten Luftstrom dürfte die sichersten Resultate geben, weil dabei keine Reibung stattfindet. Es dürfte sich endlich auch fragen, ob nicht mit der Armstrong'schen Hydroelektrisirmaschine ein Resultat zu gewinnen wäre, wenn man den Dampfstrahl einen kalten Luftstrom in sich aufsaugen liesse, statt ihn durch ein Gefäss voll Wasser abzukühlen.

Notizen.

Orthoklas an der Fibia am St. Gotthard. — An einem kleinen Krystalle des Orthoklas, welcher 20 Millimeter hoch, 15 Millimeter breit und dick und an beiden Enden ausgebildet ist, fand ich eine zwölfzählige Combinationsgestalt: In der vertikalen Zone herrscht das Prisma ∞P mit stark glänzenden und fein vertikal gestreiften Flächen vor, untergeordnet sind die Längsflächen ∞P∞̆ und die Prismenflächen ∞P3́. Die letztern sind schimmernd und rauh durch feinen erdigen rauhen Anflug, während die Längsflächen glänzen. Sehr schmal und glänzend sind die Querflächen sichtbar, welche an zwei kleineren, mit paralleler Stellung der Hauptachsen angewachsenen und nach der Längsachse reihenförmig verbundenen Krystallen, breit und stark glänzend sind. Am Ende des grossen Krystalles treten auf der einen Seite das hintere Querhemidoma P'∞, das hintere Querhemidoma ²/₃P'∞ und die Basisflächen oP auf, während auf der andern Seite die Basisflächen stark vorherrschen. Die letztern haben den stärksten Glanz unter den Flächen der horizontalen Zone und sind horizontal unterbrochen gekerbt, wie es oft an den Krystallen von der Fibia vorkommt, die andern beiden Flächen glänzen weniger und zeigen feine horizontale Streifung. Ferner sind sichtbar das Längsdoma 2P∞̆, rauh wie die Prismenflächen ∞P3́, die hintere Hemipyramide P' glänzend

und die hintere Hemipyramide $2P'$, etwas rauh, doch breit und eben genug, um mit dem Anlegegoniometer gemessen werden zu können. Sehr schmal und wenig glänzend ist das Längsdoma $P\acute{\infty}$ und endlich erscheint mit schmalen, wenig glänzenden Flächen die hintere Hemipyramide $P'\acute{3}$, welche sich durch Rechnung bestimmen liess, da sie die Combinationskanten von $^2/_3P'\infty$ und $2P\acute{\infty}$ abstumpft und in der Zone $P\acute{\infty}$ und P' liegt, fein parallel den Combinationskanten mit diesen beiden Gestalten gestreift.

Der Krystall bildet hiernach die Combination $\infty P \cdot \infty P\acute{\infty} \cdot \infty P\acute{3} \cdot \infty P\infty \cdot P'\infty \cdot {}^2/_3P'\infty \cdot oP \cdot 2P\acute{\infty} \cdot P\acute{\infty} \cdot 2P' \cdot P' \cdot P'\acute{3}$.

[A. Kenngott.]

Einfach-Arsenik-Kobalt? von Bieber bei Hanau in Hessen. — An einem Exemplare der hiesigen Universitäts-Sammlung, welches schon sehr lange in der Reihe der Smaltite lag und bei oberflächlicher Betrachtung als derber drusiger Smaltit erscheint, fand ich bei zufälliger genauerer Betrachtung, dass in den drusigen Parthien keine tesseralen Krystalle sichtbar sind, sondern dass die ganze Masse ein Aggregat kugliger Gestalten ist, welche da, wo sie frei liegen, zeigen, dass sie aus linsenförmigen scharfkantigen Krystallen zusammengesetzt sind. Die kugligen Gruppen erinnern gestaltlig an kuglige Gruppen stumpf-rhomboedrischer Sideritkrystalle oder an kuglige Gruppen scharfkantiger rhomboedrischer oder tafelartiger Hämatitkrystalle, oder auch an gewisse rosettenförmige Barytgruppen. Ich durchmusterte nun das Exemplar genau und fand an einigen Stellen einzelne isolirter ausgebildete Krystalle, welche ein stumpfes Rhomboeder mit der Basisfläche darstellen, wonach das Mineral hexagonal ist. Die beim Schlagen des Stückes getheilten kugligen Gruppen und die die ganze Masse zusammensetzenden rundlichen, mehr oder minder fest mit einander verwachsenen Körner zeigen im Innern eine radiale feinstenglige Ausbildung, wie bei Markasit, und das ganze Stück fällt

durch sein Gewicht auf. Da die Untersuchung vor dem Löthrohr Kobalt und Arsenik, wie beim Smaltit, ergab, so läge wohl der Schluss nahe, dass wir es hier mit hexagonal krystallisirtem Einfach-Arsenik-Kobalt zu thun haben und ich erachtete es für zweckmässig, diese Notiz davon zu geben, weil gewiss in anderen Sammlungen sich ähnliche Stücke vorfinden könnten. Als Begleiter erscheint weisser krystallinischer Baryt und in den Drusenräumen sind vereinzelte Quarzkrystalle zu bemerken. [A. Kenngott.]

Auszüge aus alten Chroniken.

a) In einer handschriftlichen Chronik des 14. Jahrh. in Lindau (s. 32. Jahresbericht des histor. Vereins von Schwaben und Neuburg. Augsburg, Pfeiffer 1867. S. 14) liest man:

Anno domini 1386 erat eclipsis solis, *prima die Januarii*, hora undecima ipsius diei, vel quasi plus quam pro dimidia parte, erat etiam ipsa die novilunium, erat inicium novi anni.

b) In der Chronik von Niklaus Stulmann, Kammerer in Altheim bei Dillingen, liest man:

Anno domini 1404 zu der liechtmess do über fror der (Boden)see und was fast kalt und lag ein grosser schnee; es galt ouch ein müt korn VI ß haller und ein pfunt.

Item anno domini 1404 uf Sant Vits tag ze mitten brachet was es fast kalt und lag ein grosser ryff; es ward lützel win; es was ein druckner herbst. [G. v. Wyss.]

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

A. Sitzung vom 11. Januar 1869.

1. Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Gesckenke.

Von der Bürgerbibliothek in Winterthur.

Neujahrsblatt der Bürgerbibliothek in Winterthur. 1869. 4. Winterthur.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift erhalten:

Von der astronomical Society in London.

Astronomical, magnetical and meteorological observations made at Greenwich. 1866. 4. London 1868.

Von der chemical Society in London.

Journal of the chemical Society, 67, 68, 69. 4. London 1868.

Von der Société des Naturalistes de Moscou.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. 1868, 1. 8. Moscou 1868.

Von der zoological Society in London.

Proceedings of the zoological Society of London. 1868, 1. 2. and Index 1848—60. 8. London 1868.

Von der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Chemnitz.

Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Chemnitz, 1. 2. 8. Chemnitz 1865—68.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft in Leipzig, Jahrg. III. 3. und Supplement. 8. Leipzig 1868.

Von dem naturhistorisch-medizinischen Verein in Heidelberg.

Verhandlungen des naturhistorisch-medizinischen Vereins in Heidelberg, Bd. IV Schluss. 8. Heidelberg 1868.

Von dem Niederösterreichischen Gewerbvereine in Wien.

Verhandlungen und Mittheilungen des niederösterreichischen Gewerbvereins, 1869, 1. 8. Wien.

Von der Akademie der Wissenschaften in Wien.

Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Bd. LVII 1—3, Abth. I und Bd. LVII 1—3, Abth. II. 8. Wien.

Angekauft.

Oeuvres de E. Verdet. T. II et t. VII. 8. Paris 1868.

Schweizerische meteorologische Beobachtungen, Jahrg. V 5. 4. Zürich 1868.

Connaissance des temps pour 1870. 8. Paris 1868.

Jan. Iconographie des Ophidiens. Livr. 30.

Palaeontographica. XVIII. 4.

Gauss, C. F., Werke. Bd. 3.
Annalen der Chemie und Pharmacie LXII. 2 u. Supplementband VI. 3.

2. Herr Ingenieur J. Tobler erklärt seinen Austritt aus der Gesellschaft.

3. Die Herren Stadtingenieur Bürkli, Escher-Hotz, Fabrikbesitzer, und Gustav Adolph Meyer, Assistent an der meteorologischen Zentralanstalt, werden einstimmig zu ordentlichen Mitgliedern gewählt.

4. Vortrag von Herrn Dr. Schoch über einige von ihm beobachtete Süsswasser-Radiolarien. (Der Vortrag ist auf Pag. 281—285 des vorigen Jahrganges bereits abgedruckt worden.)

5. Herr Professor A. Escher v. d. Linth, referirt, hauptsächlich nach den Mittheilungen des Herrn Bergrath Fötterle, über den Wassereinbruch, der am 22. Nov. 1868 im Salzbergwerk von Wielitzka stattgefunden hat.

6. Derselbe theilt dann Folgendes mit über die quartären Conglomerate der Uetliberg-Kuppe (Uto) und einiger anderer Gegenden:

Sie kennen Alle das Conglomerat, aus welchem die Kuppe des Uetliberges besteht; diess Conglomerat ist wegen der zahlreichen Hohlräume, die sich zwischen seinen grössern Geschieben befinden, löcherige Nagelfluh genannt worden, zum Unterschied gegen die gewöhnliche auf tiefere Niveaux beschränkte Nagelfluh, in welcher die Zwischenräume zwischen den Geschieben durch feineres Material vollständig ausgefüllt sind. Conglomerate ganz ähnlich dieser löcherigen Nagelfluh liegen auch in andern Gegenden (Heitlisberg, südlich von der Lägern, Hörnli ob Gebensdorf, Bruggenberg, Höhen ob Glattfelden und Weiach, Klingenberg ob Stein am Rhein, Höhen über dem Bodensee u. s. f.) auf den wie am Uetliberg vorherrschend aus Mergelsandstein und Mergeln bestehenden Molasseschichten auf, bekrönen überall als mehr oder minder ausgedehnte Plateaux die Molasseberge und erregten gerade

hiedurch die Vermuthung, dass diese Stellen nur die Ueberreste einer Bank seien, welche einst als zusammenhängende Platte über alle diese und noch andere Gegenden ausgebreitet gewesen sei. Demnach wäre die löcherige Nagelfluh älter als die Entstehung der jetzigen Thäler und sie wurde eben darum früher als das oberste Glied der Molasse betrachtet.

Mit dieser Ansicht passte indess nicht recht die petrographische Beschaffenheit dieser Conglomerate an den den Zürcher Geologen näher bekannten Lokalitäten, denn sie erinnern nicht nur durch ihre hohlen Zwischenräume, durch den als Cement auftretenden Kalksinter gar sehr an jüngere, quartäre und jetzige Ablagerungen, sondern sie weichen sammt den ihnen untergeordneten grob- bis feinsandigen Lagen von den analogen Gesteinen der Molasse auch ab durch geringere Abrundung des Materiales; ferner gleichen ihre meisten Gerölle vollständig den Kalksteinen und Sandsteinen der Eocän-, Kreide- und Jura-Periode, aus welchen die Kalkalpen der mittlern und östlichen Schweiz bestehen[1]), während höchst merkwürdiger Weise die Kalksteine-Geschiebe der eigentlichen Nagelfluh im Allgemeinen den Typus des vorarlbergischen und tyrolischen Lias zeigen und in den seltenen Fällen von eingeschlossenen Petrefacten nur Ammonitenspecies aufgewiesen haben, die auch aus dem Lias von Vorarlberg, Tyrol und den bayerischen Alpen bekannt, in den schweizerischen Alpen dagegen nicht gefunden sind; auch entählt das Conglomerat der Uetlikuppe und anderer Stellen nicht selten Geschiebe unzweifelhaften Sernfconglomerats, das in den quartären, namentlich in den Fündlings-Ablagerungen unserer Gegend eine ungemein wichtige Rolle spielt, von dem dagegen in der eigentlichen Nagelfluh keine Spur bekannt ist. Man kann daher wirklich nicht daran

---

[1]) Ebenso am Bodensee. Julius Schill, die Tertiär- und Quartärbildungen des Sands am nördlichen Bodensee und im Högau. 1858. Pag. 58 u. f.

zweifeln, dass das Material der löchrigen Nagelfluh aus dem benachbarten Alpengebiete herbeigeführt ist, während über die Stammorte des Materials der eigentlichen Nagelfluh und ihrer Begleiter zur Zeit nur Vermuthungen aufgestellt werden können.

Die Frage, warum gegen das Ende der Molasse-Periode eine solche Aenderung in der Beschaffenheit des herbeigeführten Materials eingetreten wäre, braucht hier um so weniger erörtert zu werden, als sich in Folge von späteren Untersuchungen eine völlige Identität des Uetlikuppe-Conglomerats und seiner sandigen Zwischenschichten mit dem Conglomerat herausstellte, auf welchem in etwa 300 Meter tieferem Niveau die Schlossruine von Alt-Wädensweil steht, und mit demjenigen, welches in noch 120 Meter tieferem Niveau am Ufer des Zürichsees die Halbinsel der Au bildet. Die Identität der Natur dieser drei Conglomeratmassen bezieht sich sowohl auf die petrographische Beschaffenheit, als auf die geringe, oft in Scharfkantigkeit übergehende Abrundung namentlich des feinern Materials, so dass man versucht sein möchte, sie als Ueberreste Einer einzigen Bank zu betrachten, von welcher Bruchstücke in verschiedene Niveaux hinabgesunken wären. Eine solche Auffassung ist aber durchaus unstatthaft, wie schon daraus erhellt, dass die mehr als 300,000 □ Meter Oberfläche besitzende Conglomeratmasse der Au und die über 2000 Meter lange und stellenweise über 200 Meter breite Masse von Alt-Wädensweil sich wie die Utokuppe in wagrechter, ungestörter Lage befinden. Diese drei Conglomeratmassen sind also sämmtlich direkt an den Stellen abgelagert worden, an denen wir sie jetzt sehen. Es kann ferner kein Zweifel darüber bestehen, dass das Conglomerat der Au erst nach der Bildung des Zürichseethales entstanden ist, also der quartären Periode angehört, da an dem von der Au nur 250 Meter entfernten Ufer des Zürichsees ganz normaler feinkörniger und wagrecht liegender Molasse-Sandstein in einer etwa 30 Fuss hohen langen

Wand entblösst ist, an welche das Conglomerat der Au, wenn es sich bis an den Sandstein erstreckte, mit senkrechter Grenze anstossen würde.

Ueber das quartäre Alter des Conglomerats von Alt-Wädensweil kann bei seiner von der hiesigen Molassenatur so ganz verschiedenen Beschaffenheit eben so wenig ein Zweifel aufkommen, wenn auch der Contrast gegen die Molasse hier nicht in dem Masse in die Augen springt, wie bei der Au, da man bei der grössern Entfernung der Molasse nicht gleichzeitig beide Bildungen vor sich hat. Sind aber die Conglomerate der Au und von Alt-Wädensweil quartär, so frägt es sich, ob das ihm petrographisch idente der Utokuppe trotz seines hohen Niveau's nicht ebenfalls jünger als die Molasse und jünger als die Entstehung des Zürichseethales sei und also niemals Eine zusammenhängende Platte mit den ähnlichen Conglomeraten des Kreuzliberges, des Teufelskellers bei Baden, den Kuppen des Irchels, des Weiachberges, Hohenklingens ob Stein am Rhein u. s. f. gebildet habe.

Nun ist oben hervorgehoben worden, dass das Material der fraglichen löcherigen Conglomerate theilweise sehr wenig abgerundet ist, ja man darf geradezu sagen, in dieser Hinsicht vollständigst gleicht dem der Alluvialböden, thalab vom Ende der jetzigen Gletscher, d. h. dem Material der Gletscherböden, wie es auch zahlreiche Unregelmässigkeiten in der Schichtung zeigt.

Ferner liegen auf dem Uetliberg-Albis-Kamm zahlreiche Linth- und Reuss-Fündlinge zerstreut; am Ostabrisse der Utokuppe finden sich zahlreiche Kalksteingeschiebe mit Gletscherkritzen. Es unterliegt demnach keinem Zweifel, dass die Gletscher zur Zeit ihrer grössten Ausdehnung bis zur Utokuppe (873 Meter über Meer) hinauf gereicht haben und dass der damals ohne Zweifel breiter als jetzt gewesene Albis-Uto-Molasserücken während der Anwachs- und während der Verkleinerungsperiode der Gletscher sich als Land-

zunge zwischen dem Linth- und dem Reussgletscher dargestellt hat. — War es nun unter solchen Verhältnissen nicht ganz natürlich, dass das von den beidseitigen Gletschern ablaufende Wasser sein Gerölle und Sand auf der Landzunge in solchen mehr und minder ausgedehnten, zum Theil unregelmässigen Lagen absetzte, wie wir sie am Utoconglomerat in der That sehen?

Nach dieser Auffassung entsprechen dann die Conglomerate von Alt-Wädensweil und der Au tiefern, sei es frühern oder spätern Gletscherständen, und die so auffallende Thatsache, wagrecht geschichtete Ablagerungen von ganz gleicher Beschaffenheit in drei verschiedenen, im Ganzen um 420 Meter von einander differirenden Niveaux zu finden, erklärt sich so auf die einfachste Weise, um so mehr, als keine Thatsachen dieser Anschauung widersprechen, im Gegentheil die ungleichförmige Auflagerung dieser wagrecht liegenden Conglomerate (löcherige Nagelfluh Auct. eine Benennung, die in Zukunft wegfallen mag, um den Namen Nagelfluh auf die Conglomerate der Molasse-Periode zu beschränken) auf geneigten Molasseschichten am Kreuzliberg, südl. von Baden, am Hörnli ob Gebisdorf[1]) dafür spricht, dass sie nicht mehr der Molasseperiode angehören.

---

[1]) Albert Mousson, geolog. Skizze der Umgebungen von Baden, Zürich 1840, S. 70. — Cas. Mösch, Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, 4. Lieferung, S. 00. — Herr Jul. Schill betrachtet in seinen verdienstvollen Arbeiten „Die Tertiär- und Quartärbildungen des Sandes am nördlichen Bodensee und im Högau, Stuttgart 1858“ und „Beiträge zur Statistik der innern Verwaltung des Grossh. Baden, 8. Heft, Ueberlingen 1859“ die „löcherige Nagelfluh“ ebenfalls als quartär, hält sie und den Transport der Fündlinge aber für älter als die Bildung des Rheinthaleinschnittes und des Bodenseebeckens und gibt ihr unteres Niveau zu etwa 600 Meter über Meer an. Ohne hier in das, wie mir scheint noch nicht gelöste Problem der Bildungsweise des Bodensees einzutreten, muss ich doch bemerken, dass Hrn. Schill's Ansicht auf unüberwindliche

Zur ganz sichern Begründung dieser Hypothese wäre es indess wünschbar gewesen, an Geschieben solcher Conglomerate auch Gletscherkritze zu finden, obwohl diese bei der Abrollung der Geschiebe in den Gletscherböden sehr bald verschwinden.

Nun hat aber in der That Hr. Ausfeld, Lehrer an der Bezirksschule in Seon, an der Wandfluh, einem kleinen Absturze des Burghalderückens, der das Hallwylersee- vom Winen-Thale trennt und dessen Oberfläche in grosser Ausdehnung aus einer an 80 Fuss mächtigen Bank Uto-artigen Conglomerats besteht, wirklich, wie die mitgebrachten Stücke bezeugen, ganz deutliche Gletscherkritze an den fest verkitteten Kalkgeschieben dieses Conglomerats entdeckt; Kalkgeschiebe mit solchen Gletscherkritzen sind an dieser Stelle häufig, es finden sich aber auch viele andere, deren matte, nicht wie polirt aussehende Oberfläche darauf hinweist, dass sie durch Rollen in bewegtem Wasser abgerieben sind.

Hier haben wir also einen unzweifelhaften Gletscherboden vor uns; es verdient aber noch hervorgehoben zu werden, dass man an den mehr nordwestlich gelegenen, obwohl zahlreichen und ausgedehnten Entblössungen dieser gleichen Conglomeratplatte vergeblich nach gekritzten Geschieben sucht und nur solche mit matter Oberfläche findet. Hrn. Ausfeld's Entdeckung erhöht also sehr wesentlich die Wahrscheinlichkeit der Annahme, dass nicht nur das Con-

---

Hindernisse stösst, da die Nichtexistenz des Bodenseebeckens und Annahme von allgemeinem Festland in der dortigen Gegend im Niveau von 600—680 Meter (Heiligenberg höchster Punkt der löcherigen Nagelfluh) die Hypothese in sich schliesst, dass das ganze obere Rheinthal mit seinen Verzweigungen, die ganze Thalbildung in den nördlichen Schweizer- und den angrenzenden östlichen Alpen und im Molasse-Gebiet ebenfalls jünger seien, als der Transport der Findlinge, was sich mit der Verbreitungsweise dieser letztern und andern Erscheinungen unmöglich in Uebereinstimmung bringen lässt.

glomerat der Utokuppe, sondern auch alle ähnlichen als Gletscherbodenablagerungen zu betrachten sind und es ist einleuchtend, dass diese Hypothese am einfachsten die bedeutenden Niveauunterschiede erklärt, die auch bei geringer Horizontalentfernung oft zwischen ihnen vorhanden sind; so beginnt z. B. nach den Beobachtungen von Hrn. C. Mösch das quartäre Conglomerat am Irchel bei 620 Meter, hält an bis auf den höchsten Punkt, 680 Meter über Meer; am kaum 2500 Meter entfernten Rheinsberg beginnt es im Niveau von 540 Meter und ist etwa 27 Meter mächtig; südwestlich ob Glattfelden beginnt es in etwa 430 Meter Höhe; am Stadlerberge dagegen findet es sich nicht unter 520 Meter.

Hr. Prof. Heer bemerkt, es würde die angedeutete Vermuthung die eigenthümliche, bis auf einen gewissen Grad alpine Flora des Uetliberges erklären.

B. Sitzung vom 25. Januar 1869.

1. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Von Hrn. Prof. Dr. Rud. Wolf.

Wolf, R. Taschenbuch für Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie. 4. Aufl. 8. Zürich 1869.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Von dem Verein für Erdkunde in Dresden.

Jahresbericht IV und V. 8. Dresden 1868.

Von der Akademie der Wissenschaften in Berlin.

Monatsbericht. November 1868.

Von dem niederösterreichischen Gewerbsverein in Wien.

Verhandlungen und Mittheilungen. 1868. 2. 3.

Von der Redaktion.

Der Naturforscher. 1868 Dezember. 4. Berlin.

Fortsetzungen und Ankäufe.

Nyman, C. F. Sveriger Fanerogamen. II. 8. Oerebro 1868

Annalen der Chemie und Pharmacie. 1868 Dezember.

Milne-Edwards, Alph. Recherches anat. et paléontol. sur les oiseaux fossiles de la France. Livr. 23.- 25.

Figuier, L. L'année scientifique. XIII. (1868). 8. Paris 1869.

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. Jahrg. V. 6.

2. Der Herr Präsident zeigt an, dass die revidirten Statuten in 300 Exemplaren gedruckt und jedem Mitglied ein Exemplar zugeschickt worden.

3. Hr. Prof. Wolf gibt Nachricht über die bis jetzt vorhandenen astronomischen Geschichtswerke, — macht darauf aufmerksam, wie in den meisten derselben die Geschichte der Instrumente und der eigentlich praktischen Astronomie zu wenig berücksichtigt werde, — erwähnt, mit welchen Schwierigkeiten der Geschichtschreiber, der unmöglich alle Aktenstücke selbst vergleichen könne und gezwungen sei, manche Spezialschriften als sekundäre Quellen zu benutzen, zu kämpfen habe, um durch leichtfertige Angaben mancher Schriftsteller, welche er durch eklatante Beispiele belegt, nicht irre geführt zu werden, — gedenkt der bekannten Autographensammlung von Charles, welche, wenn sie wider alles Erwarten sich als ächt herausstellen sollte, die Geschichte der Astronomie während dem 17. und 18. Jahrhundert, d. h. von Galilei bis Herschel, ganz umstürzen würde, — und theilt dann speziell den Plan für eine neue Geschichte der Astronomie mit, welche er gegenwärtig im Auftrage der historischen Kommission der bayerischen Akademie in Arbeit hat.

4. Herr Prof. Mousson spricht über die Wirkung der Schwere auf das Pendel und auf fallende Körper, sowie über die mögliche Ablenkung des Pendels durch die Anziehung der Himmelskörper. — Hr. Prof. Kundt verdankt den Vortrag, der in einem folgenden Hefte der Vierteljahrsschrift erscheinen wird, und meint, bei Anwendung eines Quecksilberhorizontes und 10—20facher Reflexion sollte es möglich sein, eine etwaige Pendelablenkung zu beobachten, wenn diese wenigstens 0,1 Sekunde betrage. Er vermuthet, es werde auch wegen der Ebbe und Fluth eine Ablenkung stattfinden müssen.

C. Sitzung vom 8. Februar 1869.

1. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke.

Von der Commission géologique in

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse. 6e livraison, avec 2 cartes. 4. Berne 1869.

Von Hrn. Prof. Alph. Favre in Genf.

Favre, Alph., et **Soret,** S. Rapport sur l'étude et la conservation des blocs erratiques en Suisse. 8.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift erhalten:

Von der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie in Wien.

Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Bd. III. 8. Wien 1868.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Steiermark.

Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Steiermark. Heft 3—5. 8. Graz.

Vom zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg.

Korrespondenzblatt des zoologisch-mineralogischen Vereins in Regensburg. 22. 8. Regensburg 1868.

Von der Société des sciences naturelles in Lausanne.

Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, Nr. 60. 8. Lausanne 1868.

Von der Akademie der Wissenschaften in Berlin.

Monatsberichte der k. preussischen Akademie der Wissenschaften. 1868. 12. 8. Berlin.

Vom niederösterreichischen Gewerbsverein in Wien.

Verhandlungen und Mittheilungen des niederösterreichischen Gewerbsvereins. 4. 5. 8. Wien.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin.

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. XX. 3. 8. Berlin.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft. III. 4. 8. Leipzig 1868.

Von der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden.
Sitzungsberichte der Isis. 1868. 7—9. 8. Dresden.

Angekauft.

Palaeontographica. XVIII. 6.

2. Vortrag von Hrn. Prof. Herrmann über Gesetzmässigkeiten und Berechnung der Verbrennungswärme organischer Verbindungen (vgl. Pag. 36—60 gegenwärtigen Heftes). Hr. Prof. Wislicenus verdankt den Vortrag, hervorhebend, dass nur die Kenntniss der Verbrennungswärme Aufschluss über die Affinitätsgrössen geben könne. Auch die HHrn. Prof. Bolley und Zeuner sprechen ihren Dank für den Vortrag aus; ersterer macht auf die wenig bekannten Arbeiten von Scheurer aufmerksam.

D. Sitzung vom 22. Februar 1869.

1. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke.

Von Hrn. Prof. Dr. Locher-Balber.

Schweizerische hydrometrische Beobachtungen. Jahrg. II. Februar 1868.

Von Hrn. Prof. Dr. Horner.

Schimper. Letzte Mittheilungen. 4. Frankfurt 1868.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift erhalten.

Jahresbericht der Polichia. XXV—XXVII.
Jahresbericht 34 des Mannheimer Vereins für Naturkunde.
Verhandlungen und Mittheilungen des niederösterreichischen Gewerbsvereins. 6. 7.
Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 4—7.
Der Naturforscher. 1868 September. 1869 Januar.

Angekauft.

Reichenbach. Flora. 207. 208.
Berliner astronomisches Taschenbuch für 1871.

Tschudi. Reisen durch Südamerika. 5. Band.
Philosophical transactions of the royal society. 1867. 2. 1868. 1.
Transactions of the entomological society. 1868. 4.
Schweizerische meteorologische Beobachtungen. 1868 Juni.
Annalen der Chemie und Pharmacie. LXXIII. 1.

2. Vortrag von Hrn. H. Wettstein über die Beziehung der Elektrizität zum Gewitter (vgl. Pag. 60—103 des gegenwärtigen Heftes).

Hr. Prof. Mousson verdankt den an scharfsinnigen Bemerkungen reichen Vortrag. Nicht erklärlich sei ihm, warum die beiden Elektrizitäten sich nicht sogleich wieder vereinigen; auch sprechen bis jetzt nur wenige Erscheinungen für die Umwandlung der Wärme in Elektrizität, und Versuche in der von Hrn. Wettstein angedeuteten Richtung seien jedenfalls sehr schwierig auszuführen.

Hr. Prof. Zeuner kann die Bedenken des Hrn. Prof. Mousson nicht theilen, ermuntert Hrn. Wettstein zur Vornahme von Versuchen und verdankt den »scharfsinnigen und geistreichen« Vortrag.

3. Hr. Weilenmann spricht über die Ableitung einer neuen Formel zur Berechnung der Refraction.

Hr. Prof. Wolf weist auf die grosse Bedeutung der genauen Kenntniss der Refraction für die Correction der astronomischen Beobachtungen hin, spricht den Wunsch aus, dass Hr. Weilenmann seine Arbeit fortsetzen möge, und verdankt den Vortrag, welcher in einer folgenden Nummer der »Astronomischen Mittheilungen« veröffentlicht werden soll.

E. Sitzung vom 8. März 1869.

1. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke.

Von Hrn. Prof. Kölliker in Würzburg.
Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XVIII. 4.

Von Hrn. C. Dietrich, Custos.

Dietrich, C. Systematisches Verzeichniss der bisher im Kt. Zürich aufgefundenen Käfer. 4. Zürich.

Dietrich, C. Beiträge zur Kenntniss der im Kt. Zürich einheimischen Insekten.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift erhalten.

Der zoologische Garten. 1868. 7—12.

Bericht der Wetterauischen Gesellschaft für Naturkunde. 1863—67.

Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1867/68.

Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1868. 4.

Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1868. 14—18.

Verhandlungen und Mittheilungen des niederösterreichischen Gewerbsvereins. 8. 9.

Von Redaktionen.

Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 1869. 8—10.

Angekauft..

Memorie della R. accademia di scienze di Torino. Serie II. T. XXIV.

Zeitschrift für analytische Chemie. Von Fresenius. VIII. 1.

2. Vorlage des 3. Heftes der Vierteljahrsschrift durch deren Redaktor.

3. Hr. Prof. Oesterlen erklärt seinen Austritt aus der Gesellschaft.

4. Vortrag von Hrn. Prof. Heer über das Alaskaland:

Das ehemalige russische Amerika wurde in Alaskaland umgetauft, seit es den Vereinigten Staaten einverleibt wurde. Es erhielten diese durch dasselbe einen Zuwachs von 100,000 englischen Quadratmeilen und zugleich die höchsten Berge ihres Territoriums, indem der St. Elias 16,760 Fuss und der Gubwelbeberg 14,700 Fuss über Meer erreicht.

Es wurden diese Gegenden zuerst durch russische Seefahrer bekannt, besonders durch Deshnew und Bering, von

welchem das Nordasien und Amerika trennende Meer seinen Namen erhalten hat. Später folgten englische Expeditionen, von welchen aus dem vorigen Jahrhundert namentlich die von Cook, Portlock und Dixon hervorzuheben sind. Cook's letzte Reise (1778) galt der Aufsuchung einer Durchfahrt von Westamerika nach der Hudsonsbai. Es glaubte Cook eine solche südöstlich von den Aleuten gefunden zu haben, als sich dort ein weiter, grosser Fiord öffnete, der nach ihm den Namen Cook's Einfahrt erhielt.

Auch Portlock und Dixon besuchten (1786) diese Küsten und schon sie entdeckten in der Cooks-Einfahrt ein Braunkohlenlager; genauer bekannt wurden aber diese Gegenden erst durch Vaucouver. Die spätern Expeditionen von Kotzebue, von Beecher, Kellet, Collinson und M'Clure berührten voraus die nordöstlichen Theile des amerikanischen Continents, über welches sie viel Licht gebracht haben. Ueber das Innere des Alaskalandes haben wir in neuester Zeit ausführlichere Berichte durch Ferdinand Whymper erhalten und von den Umgebungen der Cooks-Einfahrt durch Hjalman Juruhjelm.

Whymper war Angestellter der grossen amerikanischen Telegraphengesellschaft, welche eine Linie von Westamerika durch Sibirien nach Russland ausführen wollte. Als die Legung des atlantischen Kabels wiederholt missglückte, waren Viele der Ansicht, dass sie unausführbar sei, jene amerikanische Gesellschaft suchte daher die telegraphische Verbindung mit Europa auf anderem Wege zu bewerkstelligen. Die erste Depesche, welche aber durch den atlantischen Ozean nach Amerika gelangte, hat diesem Unternehmen, auf welches mehrere Millionen verwendet worden waren, ein Ende gemacht.

Whymper hat seine Erlebnisse in seinem Werk »Travels in the territory of Alaska. London 1868« bekannt gemacht. Der interessanteste Theil desselben beschlägt eine im Winter auf Hundeschlitten ausgeführte Reise über das Eis des Yucar-

flusses (Kwich Pak) in's Innere des Landes, bis zu den englischen Besitzungen. Whymper ist nicht Naturforscher und so haben wir von ihm keine Aufschlüsse zu erwarten, die über eine allgemeine Schilderung der Landschaft hinausgehen; diese ist aber anschaulich und lebendig gehalten und durch gute Holzschnitte erläutert.

Hr. Hjalman Juruhjelm, ein wissenschaftlich gebildeter Bergmeister, hat sich 9 Jahre lang im Alaskaland aufgehalten und daselbst zahlreiche Beobachtungen gemacht und Sammlungen veranstaltet. Seine meteorologischen Beobachtungen erstrecken sich auf mehrere Jahre und machen uns mit den klimatischen Verhältnissen dieser Gegenden bekannt; die fossilen Pflanzen aber, die er sammelte, geben uns ein Bild des Landes, wie es in frühern Zeiten ausgesehen hat. Der grösste Theil der von ihm gesammelten Pflanzen ging freilich zwar bei dem Schiffbruch, welchen Juruhjelm an der mexikanischen Küste (bei Manzonilla) erlitt, verloren. Dort, so schreibt er mir, liegt am Grunde des Meeres eine seltsame Sammlung von Tertiärpflanzen, Menschen, Pferden, Federvieh, Schweinen, Affen, gemünztem und ungemünztem Gold, Juwelen u. s. w., welche vom Schlamme des Meeres bedeckt vielleicht in einer folgenden Periode wieder zum Vorschein kommen wird. Eine kleinere von ihm gemachte Sammlung kam indessen nach Europa und wurde mir zur Untersuchung übergeben. Es kommen diese Pflanzen theils von der Insel Kuju, bei Sitra, theils von der Cooks-Einfahrt und hier von zwei Stellen, nämlich von der englischen Bucht (59° 21′ nördlicher Breite) und von Neniltschick (bei circa 60° 9′ nördlicher Breite).

Es liegen diese Pflanzen theils in einem weichen Thon, theils in harten Mergeln, theils auch in einem dunkelfarbigen Schiefer, welche Gesteine in Verbindung mit Braunkohlenlagern vorkommen.

Es enthält die Sammlung 56 bestimmbare Arten, von welchen 31 anderweitig im Miocen nachgewiesen sind. Die

meisten gehören dem Unter-Miocen an, daher die geologische Stellung dieser Ablagerungen nicht zweifelhaft sein kann.

Der Referent hat diese Arten in einer Abhandlung, welche in den Verhandlungen der Schwedischen Akademie der Wissenschaften (Jahrgang 1869) herauskommt, beschrieben und auf 10 Tafeln abgebildet; hier auch die allgemeinen Resultate, welche diese Untersuchung ergeben hat, ausführlicher besprochen, auf welche wir daher hier verweisen können.

5. Hr. Prof. Kundt erklärte und zeigte vor eine neue einfache Methode zur Erzeugung und Beobachtung akustischer Schwingungsformen. — Wenn sich zwei irgend wie gefärbte Kurven, von denen sich die eine vor der andern befindet, über eine Fläche, die eine andere Färbung hat, mit einer solchen Geschwindigkeit hinbewegen, dass jede einzelne Kurve für das Auge verschwindet und den Grund, über den sie sich bewegt, nur mit gleichmässiger Färbung überdeckt, so sieht man in dem Raume, der von den beiden Kurven gleichzeitig überschritten wird, eine dritte Kurve von der Farbe des Grundes, die die Bahn des Durchschnittspunktes der beiden erzeugenden Kurven ist. Dieser Satz ist zuerst von Plateau (cf. Pogg. Ann., Bd. 20, Pag. 320) ausgesprochen, nachdem von Roget, Faraday und Plateau Erscheinungen beobachtet waren, denen das eben ausgesprochene Prinzip zu Grunde liegt. Am deutlichsten treten, wie Plateau ebenfalls bereits angibt, die Durchschnittskurven auf, wenn die dem Auge zunächst liegende Kurve schwarz, die darunter befindliche weiss ist und dieselben über einen schwarzen Grund bewegt werden. Die sich dem Auge zeigende Kurve, welche der Durchschnittspunkt der beiden ersten beschreibt, ist alsdann schwarz in grauem Felde.

Der Vortragende erläutert nun, wie diese Methode zur Erzeugung akustischer Schwingungskurven benutzt werden kann. — Zwei Saiten, die rechtwinklig zu einander vor einem schwarzen Hintergrunde aufgespannt sind, die eine weiss,

die andere schwarz, zeigen je nach ihrem Schwingungsverhältniss zu einander in dem viereckigen Raume, den beide gleichzeitig überschreiten, die entsprechende Lissajous'sche Schwingungskurve. — Statt zwei Saiten kann man auch zwei rechtwinklig zu einander gestellte Stäbe benutzen. Die entsprechenden Schwingungskurven können, wenn die Saiten oder Stäbe lang genug sind und die Schwingungsamplitude bedeutend ist, in jeder beliebigen Grösse erhalten werden. Als Saiten empfehlen sich spiralförmig gewundene Messingdräthe. — Schliesslich wird darauf hingewiesen, dass bei Benutzung von zwei Saiten, wenn dieselben an verschiedenen Stellen gerissen oder geschlagen werden, die Abhängigkeit der Schwingungskurve von den mehr oder weniger stark entwickelten Obertönen deutlich hervortritt. [C. Cramer.]

Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte. (Fortsetzung.)

179) Zum Behufe von Studien über die Geschichte der neuern Astronomie die mir von den Herren Repsold in Hamburg gütigst mitgetheilten Briefe von Horner, an ihren, ihm so sehr befreundeten Vater, und die auf der Zürcher Stadtbibliothek aufbewahrten Antworten Repsold's durchgehend, machte ich folgende Auszüge, welche mir theils als Nachträge zu Horner's Biographie (II 353—404), theils um ihrer selbst willen werth scheinen, hier abgedruckt zu werden:

Horner, Kopenhagen 1803 VIII 4. Ich habe in meinem Vaterlande viel Freunde gehabt; aber nie einen zuverlässigern. Das Leben, welches mir bevorsteht, verspricht mir Mundfreunde, entweder kriechend ergeben, oder neidisch, und keinen andern Freund als einen schwachen. Und der ist schlimmer als die Feinde. Ich werde Ihren Verlurst zu empfinden haben. — Da der Astronom Bugge jetzt seine Hundstagsferien auf dem Lande zubringt, so habe ich ihn nicht zu sehen gekriegt. Auf der Sternwarte, dem sogen. runden Thurm, war alles verschlossen. Oben auf der Platte-

forme dieses Thurms steht ein Häuschen mit 3 Abtheilungen. Eine der kleinen Meridian-Lucken war nicht gut zugemacht worden, und durch diese gelang es mir, da ich ganz allein war, ein Fenster und eine grosse Lucke offen zu machen, wo ich bequem hineinstieg, und mich der Schlüssel bemächtigte. Der Thurmwächter dachte unten, ich wäre nur oben, um die Aussicht zu geniessen. Ich fand in der ersten Abtheilung an einer freien Mauer von Marmorstücken einen Kreis von 3½ Fuss mit einem 6 Fuss langen dünnen Fernrohr aufgehängt. In dem 2. Zimmer war ein Quadrant nach Süden von 6 Fuss Radius, ebenso wie der Kreis mit 90 und 96 Theilung von Strichen, Vernier ohne Mikroskop, und statt des Niveaus ein Pendelloth. Beyde Instrumente abscheulich plump von Ahl gearbeitet. — Dabei ist nur die Theilung geschliffen, alles übrige mit dem Polirstahl gantz abscheulich versaut. Ich habe lange keine schändlichere Arbeit gesehen. — Hier stehen auch 3 grosse Timekeeper von Armand in Kopenhagen; ein 7füssiges gutes Herschelsches Teleskop; ein höltzerner 4kantiger Zenithsector von 12 F. — Im 3. Zimmer ist ein mageres Passageninstrument von 6 F. Länge mit einer Axe von 4 F. und einem Halbkreis von ½ F. Radius, wo der Vernier bereits durch die schöne Einrichtung von der Theilung abgekommen ist. — Das Gestell des Niveau's ist — von Holtz! Alle Fernröhre haben nur 1½ bis 2 Z. Oefnung. Kurtz es kann nicht leicht ein grösserer Pfuscher existiren wie dieser Ahl. — Es reut mich nicht hier eingebrochen zu haben, ungeachtet ich grösstentheils nur infame Arbeit gesehen habe.

Horner, Insel Atomery zwischen St. Catharina und Brasilien 1804 II 2. Morgen reisen wir ab von hier bis nach den Marquesas-Inseln; es wird eine lange Tour sein. Es ist hier ein heilloses Wetter von beständigen Donnerwettern, Hitze und Regen. Ich habe in 6 Wochen nur Eine ganz helle Nacht gehabt, und die meisten durchaus trübe. — Ich gehe heute Abend mit Sack und Pack wieder an Bord.

Wir sind dort eingepackt wie die Häringe. In Europa würde man über die Hitze, die wir aushalten, erstaunen. Ich habe mich gefreut einen Winter weniger zu haben, aber so ein Sommer ist auch zu toll.

Horner, Kamtschatka, in der Awatscha Bay, im Hafen Peter und Paul, 1804 VIII 15. Wir verliessen St. Catharina den 5 Februar 1804, segelten mit abwechselnd gutem und schlechtem Winde längs der Küste von Südamerika herunter, und erblickten am 25. das Cap John am sog. Staatenlande. Am Kap Horn unterm 59. und 60. Grad der Breite begegneten uns die Stürme, welche diese Passage schon seit Anson's Zeiten so famös gemacht haben. Es war etwa 14 Tage lang ein heilloses Wetter. Sturm, Regen, dicke Schnee- und Hagelschauer und eine Bewegung, die Menschen, Tische und Stühle umwarf, nasse Cajüten von Regen und überschlagenden Wellen, ungleicher Schlaf, viel Rufen und Lärm; dazu oft nichts warmes zu essen noch zu trinken, das waren die Bescheerungen dieser verrufenen Ecke der Welt. Nun war auch unsre frische Mundportion zu Ende; der Aufseher über unsern Tisch hatte überdem schlecht eingekauft, und keine Ordnung gehalten. Unsere tägliche Nahrung war also unser Salzfleisch, das oft nicht zum besten roch. Unser Rum, Genever und Cogniak war aufgezehrt. Ein Glas Wein des Tages war die ganze Stärkung. Gegen Ende des Märtz wurde das Wetter wieder gelinder; aber nun meldeten sich bei unserer schlechten Nahrung auch die Folgen der vorigen Beschwerlichkeiten. Ich bekam ein Zahnweh, das mich über zwei Monate lang, bis zu den Sandwich-Inseln nicht froh werden liess. Ich konnte weder arbeiten noch schlafen. Die zunehmende Hitze bei den Wendekreisen brachte mir noch eine Art Migräne in den Kopf, welche zuletzt meine Standhaftigkeit aufzuzehren drohte. Ich verlor die körperlichen Kräfte. Hätte ich nur 8 Tage in Europa Wein trinken, Fleisch essen und spatzieren können, so wäre ich kurirt gewesen. Aber wir waren auf unser Schiff und

seine Noth festgebannt. Den 7 May kamen wir endlich bei Nukahiwa, einer der neuern Marquesas-Inseln an. Hier sahen wir die ersten Wilden. Es war eine neue amüsante Welt. Zwischen schroffen, altvulkanischen Felsen, in anmuthigen Thälern mit Cocos-Palmen und Brodbäumen bewachsen, lagen einzelne Hütten von Bambusröhren gebaut. Am Ufer gingen nakt oder mit einem hochgelben Zeuge bekleidet die Schaaren der Eingebohrnen; die Ankunft des grossen Schiffes hatte eine Menge jenseits der hohen Berge hergelockt. Bald kam eine gute Viertelstunde weit vom Ufer ein Schwarm von Männern und Mädchen angeschwommen, die Kokosnüsse und anderes zu Kaufe boten. Ihr Rufen, ihr Gelächter, ihr Lärm betäubte die Ohren. Sie schwammen halbe Tage um das Schiff herum. Ein kleines Stück Eisen war fünf grosse Kokosnüsse oder die höchste Gunst dieser Schönen werth. Für ein Messer gaben sie ihre Keulen, ihren Schmuck, ihre Zeuge und dergleichen her. Ein Beil oder ein grosses Stück rothes Zeug war der höchste Preis und wurde nur für ein Schwein gegeben. Es war ein närrischer Anblick über hundert Köpfe fern und nahe auf dem Wasser zu erblicken, die mit gellendem Geschrey und allerley verständlichen Pantominen bald ihr Erstaunen ausdrückten, bald unsere Aufmerksamkeit erregen wollten. Die Männer, meist am gantzen Körper in sehr schönen Zeichnungen symmetrisch tätuirt, sind die vollkommensten Figuren, die ich je gesehen habe, wahre Athleten-Gestalten. Die Weiber in Vergleichung mit den Männern weniger schön, mangelten der Reitze der Europäerinnen; selten sah man ein Gesicht von sanftern Mienen. Ungebändigte Fröhlichkeit, blinde Natur und gedankenlose Wildheit lag in ihrem Antlitz. Die Haut derer, die nicht mit Curcuma-Saft und Cocos-Oel sich beschmierten, war vollkommen weiss. Die verschiedenen Thäler der Insel sind immer mit einander im Kriege. Sie fressen die Erschlagenen oder Gefangenen. Unsre Puchi (Flinten und Kanonen) und ihre Furcht vor uns als Zauberern, die sie krank machen

könnten, hielt sie im Respekt, und unser Eisen erwarb uns ihre Freundschaft. Nach ein paar Tagen kam auch das andere Schiff, die Newa, an; in den Stürmen und Nebeln am Cap Horn waren wir von ihr getrennt worden. Als ich mit zwey geschickten Seeoffiziren im Boote ausfuhr, um die Insel aufzunehmen, entdeckten wir eine deutsche Meile von unserm Ankerplatze eine neue sehr ruhige Bay mit einem tiefen angräntzenden Thale, reich an Früchten und sehr bewohnt. Krusenstern nannte ihn Port Tchitsćhakof, nach dem Namen des russischen Admirals und jetzigen Seeministers. Als wir den 17. May ausfuhren, hätte der plötzlich umwechselnde Wind uns beinahe auf die Felsen getrieben. Wir waren nur noch ein paar Hundert Fuss davon entfernt. Dies war das erste Mal, dass wir eigentliche Gefahr ausstanden, nicht eben direkte Lebensgefahr, denn die Wilden am Lande hätten sich wohl begnügt uns auszuplündern, ohne uns abzuschlachten. Auch währen wir vielleicht auf das andere Schiff gepackt worden. Doch war keinem wohl zu Muth, dass die ganze schöne Expedition so in Trümmer gehen sollte. Auf der Fahrt nach den Sandwich-Inseln hatten wir heiteres Wetter und frischen Wind und immer zwischen 19° und 22° Wärme. Ueberhaupt ist kein herrlicher Leben als in dem heissen Himmelstrich zwischen den Wendekreisen. Die Hitze wird man bälder gewöhnt als die Kälte. Wenn ich zurückkomme, so gehe ich doch vielleicht wieder hin, um mein Leben in Brasilien oder Peru oder wenigstens auf den Canarischen Inseln zuzubringen. Auf den Marquesas-Inseln wäre es noch besser; denn dort herrscht die glücklichste Freyheit. Wir fanden dort einen Engländer und einen Franzosen, die wie die Wilden nakt herumliefen, und uns viele Dienste thaten. Bey den Sandwich-Inseln hofften wir im Vorbeygang einige Schweine zu erhandeln: Auf Nukahiwa hatten wir nur ein einziges bekommen, weil unsere mitgebrachten Beile durch den Einkauf unsers saubern Cardageurs zu klein waren. Die Wilden verzehren ihre delikaten Schweine selbst an ihren

vielen Festen. Desto nöthiger war uns eine neue Stärkung. Bei Owaihi kamen ein paar Canots zu uns. Sie brachten ein grosses Schwein; wollten es aber nur für ein grosses Stück rothes Tuch verkaufen, was wir nicht hatten. Diese Leute, freilich nur gemeine Fischerleute, sahen viel schlechter aus als die Marquesaner. Ihre Sprache war unerträglich hässlich. Sie sprachen einige Worte Englisch; ein Mädchen, mit einer rothen Schärpe umgürtet, stieg aus dem Boote herauf, und bot mit einem »How d'eye do? Very well?« jedem freundlich die Hand. Ihrer Sprachkenntnisse ungeachtet war sie jedoch nicht sehr einladend. Da wir wegen der Reise nach Japan keine Zeit zu verlieren hatten, so verliessen wir eine Stelle, wo einst Cook unter ähnlichen Umständen bei den Windstillen durch die Strömungen beynahe sein Schiff verloren hätte. Wir trennten uns hier den 10. Juni von der Newa, welche nach Kodiak gieng. Hier liess ich mir noch zwey Zähne von dem Chirurgus des andern Schiffs ausreissen; einen gesunden, weil der Russe aus Versehen den unrechten nahm, und dann den Urheber meiner rasenden Schmerzen, die mich drey Monate lang verteufelt abgemattet hatten. Noch einen Monat länger, so wäre ich vielleicht am blossen Zahnweh, der Ursache meiner Kopfschmerzen, über Bord gegangen. Unser Koch, ein Curländer, den man schon in Brasilien der Schwindsucht wegen zurücklassen wollte, war bereits vor einem Monat nach der Unterwelt abgesegelt. Auf der Reise nach Kamtschatka, in der Breite, wo eine von den Spaniern entdeckte Insel Rica de Plata seyn soll, segelten wir einst mit fliegendem Sturme in finsterer Nacht mit zwey gereeften Segeln so dapfer drauf los, als wir sonst bey recht gutem Winde mit 20 Segeln nicht zwingen konnten, 16½ deutsche Meilen in 6 Stunden. Wäre auf diesem Striche Land gewesen, so hätten wir es nicht früher gesehen, als bis wir drauf gesessen hätten. Es war eigentlich Gott versucht! Zwar haben wir auf der gantzen Reise immer einen noch unbefahrnen Strich genommen, und nur ein einziges

Mal die Nacht über beygelegt. Wir lassen den lieben Herrgott für uns aufpassen. Der weiss wo er die Steine hingelegt hat. — In diesem Klima fanden wir viele Nebel. Ich kam mit meiner Astronomie oft sehr ins Gedränge. Sonntags den 15. Juli fuhren wir endlich in der grossen Awatscha-Bay ein. Bey schönem Wetter, was freilich hier selten ist, liefert dieses Land herrliche Ansichten. Cultur fehlt gantz. Aber das Gras ist mannshoch, und macht die Berge unzugänglich. Wir gehen zuweilen auf die Bärenjagd; denn die Kerls sind hier sehr häufig. Peter und Paulshafen, ein Häufchen schlechter Hütten, ist der theuerste Platz in der Welt. Zwey Bouteillen mit Wasser gemischter Branntwein kosten 20 Rubel. Ein Pfund Zucker 3³/₄ Rubel. Auf dem Schnaps allein könnten 4000 Procent verdient werden. Doch jetzt hat man die Preise um zwey Drittheile heruntergesetzt, wobei die amerikanische Compagnie doch noch hinreichend gewinnt. Wir leben hier von nichts als Lachsen und frischen Kabeljaus. Morgens Fische, des Mittags Fische und Abends wieder Fische. Seit einem halben Jahr haben wir kein frisches Fleisch gekostet. Die Schweine waren für die Kranken, wovon einige den Skorbut hatten. Wir sind auch alle mager geworden. Ich trage die alten Kleider, die mir in Europa zu eng waren. Ach Herr, deine Heiligen haben abgenommen! (Fortsetzung folgt.) [R. Wolf.]

Einfluss der Temperatur auf das molekulare Drehungsvermögen einiger circular polarisender Substanzen.

Von

C. Tuchschmid.

Seitdem Biot[1]) in der Mitte der Dreissigerjahre die Gesetze der Drehung der Polarisationsebene durch Zuckerlösungen und die Lösungen einiger anderer Substanzen studirt und bekannt gemacht hatte, wurden verschiedene Instrumente in die Technik eingeführt, um gestützt auf die Stärke der Drehung des polarisirten Lichtstrahles, die man mit Hülfe der Instrumente messen konnte, namentlich in Zuckerlösungen den Gehalt derselben an reinem Zucker zu ermitteln.

Bei der grossen Wichtigkeit, welche diese Polarisationssaccharimeter alsbald in der Zuckertechnik erlangten, konnte es nicht ausbleiben, dass die von Biot erkannten Gesetze von verschiedenen Forschern nach allen Seiten hin geprüft und ergänzt wurden, um auf diese Weise alle Momente festzustellen, welche störend oder modifizirend auf das Resultat der Untersuchungen einwirken könnten. In Folge dessen wurde schon früh die Abhängigkeit des molekularen Drehungsvermögens von der Temperatur beobachtet.

---

[1]) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 52, p. 186.

Schon im Jahre 1842 veröffentlichte Mitscherlich[1]) in einer Abhandlung, dass bei schwachem Erwärmen oder Abkühlen einer Rohrzuckerlösung ihr Drehungsvermögen nicht geändert wird, dass aber das Drehungsvermögen von Fruchtzuckerlösungen wesentlich von der Temperatur beeinflusst werde. Die gleiche Thatsache bestätigen später Ventzke[2]) und Dubrunfaut[3]), ohne dass jedoch einer der genannten Forscher das Gesetz, nach welchem diese Veränderungen des Drehungsvermögens mit der Temperatur vor sich gehen, näher studirt hätte.

Erst Clerget[4]) gebührt das Verdienst, diesen Einfluss der Temperatur auf das Drehungsvermögen invertirter Zuckerlösungen festgestellt zu haben, seine Beobachtungen geschahen mit Hülfe des Soleil'schen Saccharimeters, das bei der Anwendung der Doppelplatte und des Quarzkompensators eine bedeutend genauere Einstellung erlaubte, als das frühere Mitscherlich'sche Instrument. Clerget benutzte seine Beobachtungen zur Herstellung einer Tabelle, die aus der Drehung einer Zuckerlösung vor und nach der Inversion, und der Temperatur, bei welcher die Beobachtung gemacht wurde, unmittelbar den Gehalt der zu untersuchenden Flüssigkeit an reinem Zucker angibt. Die neuesten Untersuchungen auf diesem Gebiete stammen von Pohl[5]), welcher die Abhängigkeit

---

[1]) Bericht d. k. preuss. Akademie d. Wissensch., 1842, p. 150.

[2]) Journal f. prakt. Chemie, Bd. 28, p. 101.

[3]) Ann. de chimie et de physique, (3) 18, p. 99.

[4]) Ann. de chimie et de physique, (3) 26, p. 175 und Annalen d. Chemie und Pharm., Bd. 72, pag, 145.

[5]) Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1856, p. 492.

des Drehungsvermögens von Fruchtzuckerlösungen von der Temperatur für das Mitscherlich'sche Instrument bestimmte.

Clerget erwähnt in seiner Abhandlung, dass eine Lösung von 16,471 Grm. reinen Zuckers in 100ccm Wasser gelöst, die Polarisationsebene um 100 Theilstriche der Soleil'schen Skala ablenkt, wenn man diese Lösung in einer Röhre von 200mm beobachtet, dass diese gleiche Lösung nach der Inversion die Polarisationsebene im entgegengesetzten Sinne um 44° drehe, vorausgesetzt, dass man die Beobachtung bei 0° C. vorgenommen hat, dass die Drehung mit der Temperatur abnehme und zwar bei Zunahme um je 1° C. um 0,5 Theilstriche. Auf diese Beobachtung gründet Clerget seine Tabelle.

Als später von verschiedenen Autoren gezeigt wurde, dass nicht eine Lösung von 16,471 Grm., sondern von 16,35 Grm. reinen Zuckers in der erwähnten Menge Wasser gelöst und in der Röhre von 200mm untersucht, die Polarisationsebene um 100° ablenkt, wurde in der entsprechenden Weise die Clerget'sche Tabelle umgerechnet. Jedenfalls können die von Clerget gemachten Angaben über das Drehungsvermögen invertirter Zuckerlösungen und ihre Aenderungen mit der Temperatur nur Näherungswerthe sein; es erklärt sich wohl hieraus, das die Inversionsmethode den Rohrzuckergehalt bis zu ± 0,4 % schwankend angibt, wie diess Hr. Prof. Landolt[1]) nachgewiesen hat; Fehler, die sich nicht allein aus den möglichen Beobachtungsfehlern herleiten lassen,

---

[1]) Bericht über chem. Zuckeranalysen von Prof. Landolt. 1868.

da diese nach den gleichen Untersuchungen bedeutend geringer ausfallen. Da aber bei Zuckerproben die Inversionsmethode immer in Anwendung gebracht wird, um so zu erfahren, ob diese keine Substanzen enthalten, die modifizirend auf das Drehungsvermögen einwirken, so schien es mir zweckmässig, das molekulare Drehungsvermögen für invertirte Zuckerlösungen näher zu bestimmen und daraus eine neue Tabelle abzuleiten.

Zur Ausführung dieser Arbeit brauchte ich:

1) Einen vollkommen genauen Gewichtssatz, um absolut genaue Gewichtsmengen reinen Zuckers abzuwägen;
2) Röhren von ganz genau bestimmter Länge;
3) ein Gefäss von genau bekanntem Inhalt, um die abgewogenen Mengen Zucker darin zu lösen;
4) einen Apparat, um der zu untersuchenden Flüssigkeit eine gleichmässige und bestimmte Temperatur zu geben.

Ich werde zunächst die Ausführung dieser Vorarbeiten und Einrichtung der mir gedienten Apparate beschreiben, um hernach zu den eigentlichen Bestimmungen selbst überzugehen.

1) Reduktion des Gewichtssatzes auf das Normalgewicht und den luftleeren Raum.

Der Gewichtssatz, der mir von Hrn. Prof. Landolt zur Verfügung gestellt wurde, stammt aus der Werkstätte des Hrn. Dr. Geissler in Bonn. Die grössern Gewichte von 1 Kilogr. bis zu 0,5 Grm. bestehen aus dickwandigen Glasgefässen, die mit so viel Quecksilber gefüllt sind, dass ihre Volumina bei-

nahe vollkommen mit denjenigen der gewöhnlichen Messinggewichte übereinstimmen. Es haben diese Gewichte gegenüber den Messinggewichten den grossen Vortheil, dass sie sich durch äussere Einflüsse durchaus nicht verändern, indem diese Glasgefässe zugeschmolzen sind, so dass keine Oxydation des Quecksilbers erfolgen kann; ausserdem bürgt ihre Wandstärke hinreichend gegen das Zerbrechen derselben. Die kleinern Gewichte von 0,5 bis 0,01 Grm. bestehen aus Email; die Milligramme werden mit Hülfe eines Reiters gewogen.

Wenn ich in der Folge die Verifizirung eines solchen Gewichtssatzes etwas ausführlicher beschreibe, so geschieht diess in der Absicht, an einem Beispiel eine Methode zu veröffentlichen, die bei der verhältnissmässigen Raschheit ihrer Ausführung sehr gute Resultate zu liefern vermag; natürlich wurden alle Wägungen nach der Borda'schen Substitutionsmethode ausgeführt und zwar so, dass zunächst irgend ein Gewicht des zu untersuchenden Gewichtssatzes auf die eine Seite der Waage gesetzt wurde; auf die andere Seite wurde ein beliebiges Gegengewicht gestellt und die beiden Gewichte mit Hülfe des Reiters annähernd in's Gleichgewicht gestellt. Beobachtet man nun mehrere Schwingungen des Zeigers, so kann daraus eine wahrscheinliche Gleichgewichslage des Zeigers berechnet werden[1]), wenn man annimmt, dass die Abnahme der Schwingungen gleichförmig vor sich gehe. Ersetzt man nun das erste Gewicht durch mehrere

---

[1]) Repertorium für Experimentalphysik, Dr. Th. Carl, Bd. IV, Pag. 177 und 323.

Gewichte, deren Summe gleich sein soll dem einzelnen Gewichte, so kann man aus den Schwingungen des Zeigers abermals eine Gleichgewichtslage berechnen; hat man nun vorher ermittelt, um wie viele Theilstriche der Skala irgend ein bekanntes Gewichtstück die Gleichgewichtslage verschiebt, so kann man leicht für das eine Gewicht und die an seine Stelle tretenden Gewichte eine Relation aufstellen. Zur Bestimmung der Gleichgewichtslage wurden 4 Schwingungen des Zeigers an der Skala abgelesen. Diese Ablesungen geschahen mit Hülfe des Fernrohrs. Die Skala selbst war so eingetheilt, dass ein Theilstrich ungefähr einem Millimeter entsprach, so dass mit dem Fernrohr noch leicht $^1/_{10}$-Theilstriche geschätzt werden könnten.

Bezeichnet man die zu suchende Gleichgewichtslage des Zeigers mit x und ging der erste beobachtete Ausschlag nach rechts um eine Grösse A über dieselbe hinaus, so wird der Ausschlag nach links nicht um $-A$ von der Gleichgewichtslage entfernt sein, sondern um $-(A-k)$, wenn wir mit k die Grösse bezeichnen, um welche der Ausschlag während einer Schwingung abgenommen hat. In dieser Weise würden für 4 auf einander folgende Schwingungen die Ausschläge folgende sein:

I $x + A$. II $x - (A - k) = x - A + k$.
IV $x - (A - 3k) = x - A + 3k$. III $x + A - 2k$.

Aus diesen Gleichungen berechnet sich x und man erhält:

$$x = \frac{\frac{I + III}{2} + II}{2} \text{ oder } x = \frac{\frac{II + IV}{2} + III}{2}$$

Natürlich wird das x bald positiv, bald negativ, je nachdem die wahrscheinliche Gleichgewichtslage

des Zeigers rechts oder links vom Nullpunkt der Skala liegt. Um zu grosse Abweichungen in der Stellung des Waagebalkens gegen die Schneide zu vermeiden, wurde mit Hülfe des Reiters jedesmal annähernd das Gleichgewicht hergestellt.

Bei der Ausführung der Arbeit zeigte sich, dass 0,1 Reiter die Gleichgewichtslage im Mittel aus 20 Beobachtungen um 2,00 Theilstriche verschiebt. Zur Aufstellung der Relationen zwischen den einzelnen Gewichten dienten folgende Beobachtungen.

Gewichte in Grammen.	Ausschläge.			Einfluss bekannter Gewichte.	Abgeleitete Gleichungen.
	Beobachtet.	Gleichgewichtslage.	Mittel.		
50	+16,9 —0,2 +14,6 +0,2	+7,77 +7,75	+7,76	—	
20+10+10′+5 +2+2′+1	+19,0 +0,2 +16,6 +2,7	+9,00 +9,02	+9,01	—	50 = 20+10+10′+5 +2+2+2′+1 —0,0625 Reiter.
20	— 0,6 +3.5 — 0,1 +3,0	+1,57 +1,57	+1,57	—	
10+10′	+ 6,0 —0,5 + 5,1 +0,2	+2,52 +2,48	+2,50	—	20 = 10+10‘ —0,0465 Reiter.
10+5+2+2′+1	+ 7,2 +0,3 + 6.5 +1,1	+3,57 +3,60	+3,58	—	20 = 10+5+2+2′+1 —0,10 Reiter.
10,+5+2+2′+1	0,0 +7,9 + 1,0 +7,1	+4,20 +4,25	+4,22	—	20 = 10′+5+2+2+1′ —0,132 Reiter.
500	+17,2 +0,7 +17,8 +1,1	+9,10 +9,05	+9,07	—	
200+200′+100	+18,1 +1,1 +17,7 +1,6	+9,50 +9,52	+9,51	—	500 = 200′+200+100 —0,022 Reiter.
200+100+100′ +50+20+10+ 10′+5+2+2+1′	+18,1 —1,0 +17,5 —0,4	+8,40 +8,40	+8,40	0,5 Reiter	500 = 200+100+100′ +50+20+10+10′+5 +2+2′+1—0,466 Reit.
200+200′+100′	+17,5 +0,2 +17,0 +1,0	+8,72 +8,78	+8,66	0,2 Reiter	500 = 200+200′+100′ —0,198 Reiter.
200+100+100′ +50+20+10+ 10′+5+2+2′+1	+16,8 0,0 +16,1 +0,5	+8,22 +8,18	+8,20	0,5 Reiter	500 = 200′+100+100′ +50+20+10+10′+5 +2+2′+1—0,456 Reit.

Gewichte in Grammen.	Ausschläge.			Einfluss bekannter Gewichte.	Abgeleitete Gleichungen.
	Beobachtet.	Gleichgewichtslage.	Mittel.		
200	+ 5 — 7,2 + 4,5 — 6,6	—1,22 —1,20	—1,21	—	
200′	+ 3,1 — 5,0 + 2,7 — 4,5	—1,05 —1,02	—1,03	—	200 = 200′ —0,009 Reiter.
100+100′	+ 6,0 — 3,5 + 5,5 — 3,1	+1,12 +1,10	+1,11	—	200 = 100+100′ —0,116 Reiter.
100+50+20+10 +10′+5+2+2′ +1	+ 7,0 — 3,1 + 6,4 — 2,8	+1,80 +1,72	+1,76	—	200 = 100+50+20 +10+10′+5+2+2′+1 —0,144 Reiter.
100′+50+20 +10′+5+2+2′ +1	+10,0 — 5,2 + 9,0 — 4,3	+2,15 +2,12	+2,13	—	200 = 100+50+20 +10+10′+5+2+2′+1 —0,165 Reiter.
100	— 1,1 —10,8 — 2,0 —10,1	—6,17 —6,22	—6,20	—	
100′	—12,9 + 1,1 —11,9 — 0,1	—5,75 —5,70	—5,72	—	100 = 100′ —0,023 Reiter.
50+20+10+10′ +5+2+2′+1	+ 3,5 —12,6 + 2,1 —11,2	—4,90 —4,90	—4,90	—	100 = 50+20+10+10′ +5+2+2′+1—0,064 R.
1000	+11,3 + 0,1 +11.0 + 0,3	+5,62 +5,60	+5,61	—	
500+200+200′ +100	— 0,5 +15,0 — 0,1 +14,7	+7,35 +7,37	+7,36	—	1000 = 500+200+200′ +100—0,082 Reiter.
500+200+200′ +100	+19,0 — 4,4 +18,1 — 3,8	+7,07 +7,00	+7,03	—	1000 = 500+200+200′ +100′—0,071 Reiter.
500+200+200′ +50+20+10+ 10′+5+2+2′+1	+14,5 + 0,1 +14,1 + 0,5	+7,20 +7,20	+7,20	—	1000 = 500+200+200′ +50+20+10+10′+5 +2+2′+1—0,079 Reit.
500+200+100 +100′+50+20 +10+10′+5+2 +2′+1	+15,8 + 0,3 +15,5 + 0,8	+7,97 +8,02	+8,00	—	1000 = 500+200+100 +100′+50+20+10 +10′+5+2+2′+1 —0,119 Reiter.
500+200′+100 +100′+50+20 +10+10′+5+2 +2′+1	— 0,6 +15,9 — 0,2 +15,4	+7,75 +7,72	+7,73	—	1000 = 500+200′+100 +100′+50+20+10 +10′+5+2+2′+1 —0,106 Reiter.
10	+ 5,0 — 1,2 + 4,2 — 0,6	+1,70 +1,65	+1,68	—	

Gewichte in Grammen.	Ausschläge.			Einfluss bekannter Gewichte.	Abgeleitete Gleichungen.
	Berechnet.	Gleichgewichtslage.	Mittel.		
10′	+6,5 −0,6 +5,2 +0,3	+2,62 +2,52	—	+2,57	10 = 10′−0,044 Reiter.
5+2+2′+1	+6,4 −0,5 +5,5 +1,2	+3,22 +3,17	—	+3,19	10 = 5+2+2′+1 −0,015 Reiter.
5+2+2′+0,5 +0,2+0,2′+0,1	+9,3 −2,7 +9,7 −1,1	+2,95 +3,00	—	+2,98	10 = 5+2+2′+0,5 +0,2+0,2′+0,1 −0,064 Reiter.
5	+10,0 −4,6 +8,0 −3,0	+2,20 +2,10	—	+2,15	
2+2′+1	+4,0 −1,0 +3,8 −1,3	+2,45 +2,47	—	+2,46	5 = 2+2′+1 −0,015 Reiter.
2+2′+0,5+0,2 +0,2′+0,1	+6,6 −2,0 +5,9 −1,2	+2,12 +2,15	—	+2,14	5 = 2+2′+0,5+0,2 +0,2′+01+0,0000 R.
2	+5,9 −2,1 +5,0 −1,2	+1,67 +1,67	—	+1,67	
2′	+4,5 −1,0 +4,1 −0,5	+1,65 +1,67	—	+1,66	2 = 2+0,0005 Reiter.
1+0,5+0,2+0,2′ +0,1	+3,0 −0,1 +2,7 0,1	+1,37 +1,35	—	+1,36	2 = 1+0,5+0,2+0,2′
1	+4,8 −3,1 +4,0 −2,5	+0,65 +0,60	—	+0,62	
0,5+0,2+0,2′ +0,1	+4,3 −3,1 +3,8 −2,7	+0,47 +0,45	—	+0,46	1 = 0,5+0,2+0,2′ +0,1+0,008 Reiter.
0,5+0,2+0,2′ +0,05+0,02 +0,02′+0,01	+3,5 −3,5 +3,0 −3,0	−0,12 −0,12	—	−0,12	1 = 0,5+0,2+0,2′ +0,05+0,02+0,02′ +0,01+0,037 Reiter.
0,5	+4,0 −4,0 +3,4 −3,6	−0,15 −0,20	—	−0,18	
0,2+0,2′+0,1	+1,9 −1,4 +1,5 −1,2	+0,15 +0,10	—	+0,13	0,5 = 0,2+0,2′+0,1 −0,015 Reiter.
0,2+0,2′+0‘05+ 0,02+0,02′+0,01	+8,0 −9,0 +6,9 −8,0	−0,77 −0,80	—	−0,78	0,5 = 0,2+0,2′+0,05 +0,02+0,02′+0,01 +0,03 Reiter.
0,2	+4,5 −5,2 +3,9 −4,7	−0,50 −0,52	—	−0,51	
0,2′	−5,8 −4,3 −4,9 −3,8	−0,52 −0,43	—	−0,47	0,2 = 0,2′−0,002 Reit.

Gewichte in Grammen.	Auschläge.			Einfluss berechneter Gewichte.	Abgeleitete Gleichungen.
	Berechnet.	Gleichgewichtslage.	Mittel.		
0,1+0,05+0,02 +0,02'+0,01	+ 5,6 — 5,7 + 4,9 — 4,9	—0,22 —0,17	—0,20	—	0,2 = 0,1+0,05+0,02 +0,02'+0,01—0,015 R.
0,1	— 4,1 + 3,9 — 3,5 + 3,2	+0,05 +0,03	+0,04	—	
0,05+0,02+0,02' +0,01	+ 2,8 — 3,1 + 2,4 — 2,6	—0,25 —0,22	—0,24	—	0,1 = 0,05+0,02+0,02' +0,01+0,014 Reiter.
0,05+0,02+0,02' +Reiter.	— 2,9 + 2,9 — 2,2 + 2,2	+0,17 +0,17	+0,17	—	0,1 = 0,05+0,02+0,00' +Reiter—0,006 Reiter.
0,05	+ 3,0 — 3,4 + 2,6 — 3,0	—0,30 —0,30	—0,30	—	
0,02+0,02'+0,01	+11,1 —10,3 + 9,4 — 8,8	—0,02 —0,07	—0,05	—	0,05 = 0,02+0,02' +0,012 Reiter.
0,02+0,02' +Reiter.	+ 8,9 — 7,9 + 7,5 — 6,5	+0,15 +0,15	+0,15	—	0,05 = 0,02+0,02' +Reiter—0,022 Reiter.
0,02	—11,0 +10,0 — 9,4 + 8,5	—0,10 —0,07	—0,09	—	
0,02'	+ 5,1 — 5,9 + 4,2 — 5,1	—0,62 —0,65	—0,64	—	0,02 = 0,02'+0,027 R.
0,01+Reiter.	+ 1,1 — 1,0 + 0,9 — 0,9	0 —0,02	—0,01	—	0,02 = 0,01+Reiter —0,004 Reiter.
0,01	+ 1,2 — 2,5 + 1,0 — 2,2	—0,70 —0,67	—0,68	—	0,02' = 0,01+Reiter —0,031 Reiter.
Reiter.	+10,0 —10,0 + 7,9 — 7,9	—0,52 —0,52	—0,52	—	0,01 = Reiter —0,008 Reiter.

0,5 Reiter entsprechen ± 10 Theilstrichen der Skala.

Zwischen den 23 Gewichtstücken ergeben sich sonach 41 von einander unabhängige Relationen, aus denen sich mit Leichtigkeit durch Annahme irgend eines Gewichtes als Einheit die relativen Gewichte der übrigen Gewichtsstücke ableiten lassen. Der Einfachheit der Rechnung halber setzt man das Gewicht des Reiters gleich 0,01 Gramm; es lassen sich dann die Werthe für die einzelnen Gewichte durch

einfache Addition der in den Relationen vorkommenden Gewichte erhalten. Falls die Beobachtungen bei starken Schwankungen des Barometerstandes, des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft und der Temperatur gemacht wurden, ist es nöthig, die erhaltenen Gewichte je auf den luftleeren Raum und die Temperatur von 0° zu reduziren, nach der bekannten Formel:

$$P = G + G(x - y),$$

worin P das reduzirte Gewicht, G das durch den Versuch ermittelte Gewicht bedeutet, wo ferner

$$x = \frac{0{,}001292762\,(b - 0{,}37792 \cdot r)}{760 \cdot w_{t,}\,(1 + 0{,}003664 \cdot t)} \text{ und}$$

$$y = \frac{0{,}001292762\,(b - 0{,}37792 \cdot r)(1 + 0{,}000056345 \cdot t)}{760 \cdot 8{,}0446\,(1 + 0{,}003665 \cdot t)},$$

worin b den auf 0° reduzirten Barometerstand, r die absolute Feuchtigkeit der Luft im Waagegehäuse in Millimetern ausgedrückt, $w_{t,}$ das spezifische Gewicht des Wassers bei der Temperatur t, und t die Temperatur der Luft im Waagegehäuse in Celsius'schen Graden angibt.[1] Da aber während meiner Beobachtungen der Barometerstand höchstens um 2^{mm}, die absolute Feuchtigkeit, die mittelst eines Saussure'schen Haarhygrometers gemessen wurde, aber um nicht 6^{mm} sich veränderte, während die Temperatur beinahe immer konstant erhalten wurde, so konnte diese Reduktion unterbleiben, ohne dass dadurch in den relativen Gewichten ein Fehler zu Stande kommt, der 1/10 Milligramm überschreiten würde. Für die einzelnen Gewichte ergeben sich sonach folgende Werthe:

---

[1]) 8,0446 ist hier als spezifisches Gewicht des Messings angenommen, unter Vernachlässigung der Differenz der Ausdehnung der Messing- und Glasgewichte, welche bei den Versuchen angewandt wurden.

Reiter	=	0,01000	5	=	4,92396
0,01	=	0,00992	10	=	9,84730
0,02	=	0,01982	10′	=	9,84774
0,02′	=	0,01952	20	=	19,69447
0,05	=	0,04919	50	=	49,23695
0,1	=	0,09859	100	=	98,47388
0,2	=	0,19687	100′	=	98,47411
0,2′	=	0,19693	200	=	196,94692
0,5	=	0,49229	200′	=	196,94701
1	=	0,98482	500	=	492,36749
2	=	1,96963	1000	=	984,73465
2′	=	1,96965.			

Zur Reduktion dieser Gewichte auf das absolute Gewicht benutzte ich ein stark vergoldetes Messingkilogramm, welches ich der Güte des Herrn Prof. Landolt verdankte; es ist dasselbe direkt mit dem schweizerischen Platinakilogramm verglichen worden und zeigte nach der Reduktion auf den luftleeren Raum, verglichen mit dem Urkilogramm der Archive in Paris, ein Gewicht von 999,9969 Gramm. Bei der Vergleichung dieses Kilogrammes mit dem zum Gewichtssatz gehörigen Kilogramm stellte sich folgende Relation heraus:

Glaskilogramm = Messingkilogrmm + 0,0743 Reiter.

Es ist somit das absolute Gewicht des Glaskilogrammes = 999,997643 Gramm. Da die Beobachtungen mit beiden Kilogrammen unmittelbar nach einander, also unter gleichen äussern Verhältnissen vorgenommen wurden, das Messingkilogramm aber schon auf den luftleeren Raum reduzirt ist, so gibt mir das genannte Gewicht das absolute Gewicht des Gaskilogrammes auf den luftleeren Raum reduzirt an. Das Gewicht

des Reiters = 0,01 Gramm gesetzt, gibt das relative Gewicht des Glaskilogrammes zu 984,73465; um daher auch die übrigen Gewichte auf das absolute Gewicht und den luftleeren Raum zu reduziren, braucht man nur der Reihe nach jedes Gewicht mit dem Quotienten von $\frac{999,997643}{984,73465}$ zu multipliziren. Hiebei ergeben sich für die einzelnen Gewichte folgende Werthe:

1000	= 999,997643	2	= 2,000159
500	= 499,999186	2′	= 2,000179
200	= 199,999597	1	= 1,000085
200′	= 199,999687	0,5	= 0,499930
100	= 100,000325	0,2	= 0,199986
100′	= 100,000558	0,2′	= 0,199992
50	= 50,000123	0,1	= 0,100168
20	= 19,999755	0,05	= 0,049975
10	= 9,999933	0,02	= 0,020099
10′	= 10,000379	0,02′	= 0,019739
5	= 5,000282	0,01	= 0,010084
		Reiter	= 0,010155

Durch Betrachtung dieser Zahlen überzeugt man sich hinlänglich von der Güte dieses Glasgewichtssatzes, indem nur in einem Falle und zwar beim Kilogramm ein Fehler vorkommt, der ein Milligramm überschreitet; bei allen andern Gewichten sinkt derselbe bedeutend unter das Gewicht eines Milligrammes.

2) Bestimmung der Länge der Versuchsröhren.

Die Länge der Versuchsröhren wurde mittelst eines im Bonner physikalisch-chemischen Laboratorium aufgestellten Kathetometers von Dr. Meyerstein in Göttingen gemessen. Die Theilung des Instrumentes war direkt in Millimetern auf einem Silberstreifen

aufgetragen; mit Hülfe des Nonius liessen sich $^{5}/_{100}$ mm direkt ablesen und $^{2}/_{100}$ mm noch gut schätzen, so dass die Länge der verschiedenen Röhren bis auf $^{2}/_{100}$ mm genau bestimmt ist. Für meine Untersuchungen gebrauchte ich 4 Röhren von verschiedener Länge, die theils aus Glas, theils aus Messing angefertigt waren. Die Längenbestimmung ergab für dieselben folgende Werthe:

Röhre *A* = 199,97 mm	Messingröhren.	
Röhre *B* = 300,12 mm		
Röhre *C* = 227,20 mm	Glasröhren.	
Röhre *D* = 284,65 mm		

3) Bestimmung des Volumens des Glasgefässes,

in welchem bestimmte Gewichtsmengen der zu untersuchenden Substanz gelöst wurden, um so Flüssigkeiten von bestimmter Concentration zu erhalten. Ich bediente mich zu diesem Zwecke eines Kölbchens, dessen Hals an einer Stelle so ausgezogen war, dass der Durchmesser der Oeffnung zirka 2 mm betrug. Die engste Stelle des Halses war mit einer Marke versehen. Die Differenz des Gewichtes des Kölbchens bis zur Marke mit Wasser gefüllt und des leeren Kölbchens gab unmittelbar den Inhalt des Gefässes. Die Temperatur des Wassers betrug 13,5°, so dass sich der Inhalt *J* des Kölbchens bei 13,5° zu

$J = 112{,}1118$ ccm ergab.

4) Apparat zur Erzeugung einer gleichmässigen Temperatur der zu untersuchenden Flüssigkeit.

Da es mir bei meinen Untersuchungen darauf ankam, die zu untersuchende Flüssigkeit so lange auf der gleichen und gleichmässigen Temperatur zu er-

halten, als eine Reihe von Beobachtungen Zeit in Anspruch nahm und es mir anderseits von grossem Belang war, die Temperatur der Flüssigkeit wieder möglichst rasch zu wechseln, so konstruirte ich mir hiezu folgenden Apparat.

Eine gewöhnliche messingene Röhre, wie sie zu saccharimetrischen Proben benutzt werden, wurde mit einem Blechmantel umgeben, so dass dieser überall wasserdicht an die Röhre anschloss und diese möglichst vollständig umschloss. An den beiden entgegengesetzten Enden des Blechmantels waren zwei Oeffnungen angebracht, so dass, wenn man durch die eine Oeffnung Wasser zwischen Rohr und Mantel fliessen liess, dasselbe die ganze Röhre zuerst umspühlen musste, bevor es an der anderen Oeffnung austreten konnte. Die Oeffnungen e und d (s. Taf. 1) dienten zum Einsenken zweier Thermometer bis auf die innere Röhre, so dass nur die Skalen derselben aus dem Apparate hervorragten. Die Thermometer, die ich für den Apparat benutzte, waren direkt in $^1/_5{}^\circ$ Celsius getheilt und liessen $^1/_{10}{}^\circ$ noch ganz leicht schätzen. In der Mitte bei a hatte die innere Röhre eine Oeffnung, in die eine enge Röhre g wasserdicht eingesetzt wurde. Der Röhre g entsprechend besitzt auch der Blechmantel noch eine Oeffnung f, durch welche dieselbe nach aussen communizirt; es hatte diese Röhre den Zweck, dass sich die beim Erwärmen ausdehnende Flüssigkeit der innern Röhre hier ausbreiten kann und so in dem Apparat keine Kompression stattfindet. Um endlich Wasser von bestimmter Temperatur zwischen Röhre und Mantel zu leiten, wurde neben dem Apparate ein grosses Gefäss mit

einem Schlangenrohr aufgestellt. Wurde nun das Gefäss mit Wasser gefüllt und dasselbe durch Erwärmen auf eine bestimmte Temperatur gebracht, so nahm das Wasser, welches man durch die Schlangenröhre fliessen liess, wenn der Strom nicht all zu stark war, die gleiche Temperatur an. Um also Wasser von bestimmter Temperatur zu haben, brauchte man nur den Apparat mit diesem Schlangenrohr zu verbinden; durch das zwischen Röhre and Mantel fliessende Wasser wurde alsdann die Flüssigkeit in der Röhre selbst erwärmt. Um die möglichste Gleichheit der Temperatur der Flüssigkeit in der Schlangenröhre und im Gefässe zu erhalten, wurde das Wasser unten in die Schlangenröhre eingeführt, so dass dasselbe möglichst lange in derselben verweilen musste. Durch Einschieben eines Gefässes mit Wasser zwischen die Schlangenröhre und den Wasserzufluss konnte der Eintritt des Wassers in die Schlangenröhre beliebig regulirt werden.

Mit dem so hergestellten Apparate nahm ich zunächst zwei Prüfungen vor, von denen seine Brauchbarkeit abhängig war:

1) Lässt sich durch Regulirung des Wasserzuflusses die Temperatur des Wassers zwischen der (die zu untersuchende Flüssigkeit enthaltenden) Röhre und dem Mantel so erhalten, dass die beiden Thermometer, die möglichst weit von einander abstehen und an die Enden der Röhre gerückt sind, die gleiche Temperatur zeigen;
2) nimmt die Flüssigkeit im Innern der Röhre rasch genug die Temperatur des sie umspühlenden Wassers an.

Zur Beurtheilung der ersten Frage wurde längere Zeit Wasser von bestimmter und gleicher Temperatur (was sich leicht dadurch erreichen liess, dass man die Temperatur des Wassers in dem Gefäss immer auf der gleichen Höhe erhielt und den Wasserzufluss immer gleich stark hatte) durch den Apparat geleitet. Es ergab sich hiebei, dass das von der Einflussstelle des Wassers entferntere Thermometer nie ganz genau die gleiche Temperatur zeigte, wie das Thermometer, wo das Wasser in den Apparat eintrat, indem sich der Apparat von aussen her immer etwas abkühlte. Doch kann bei hinlänglich starkem Wasserzufluss die Temperatur so regulirt werden, dass die Differenz der beiden Thermometerangaben höchstens $1/2°$ beträgt; um diesen Fehler zu eliminiren, wurde bei den spätern Beobachtungen die Temperatur an beiden Thermometern abgelesen und aus den Ablesungen das arithmetische Mittel genommen.

Um über den zweiten Punkt im Klaren zu sein, wurde die mittlere Röhre mit Wasser gefüllt und bis in die Mitte derselben ein Thermometer, von gleichem Gange wie die beiden übrigen eingeschoben. Wurde nun durch Einleiten von warmem Wasser zwischen Röhre und Blechmantel die Röhre erwärmt, so zeigte sich, dass ein Paar Minuten nachdem die Thermometer *A* und *B* in dem Mantel eine konstante Temperatur angezeigt hatten, auch das Thermometer in der Röhre einen bestimmten Stand angenommen hatte und zwar zeigte dieses Thermometer eine Temperatur, die gerade das arithmetische Mittel der Angaben der Thermometer *A* und *B* war. Es war somit der Apparat in das Saccharimeter so eingeschoben, dass die mitt-

lere Röhre genau mit der Richtung des polarisirten Lichtstrahles zusammenfiel, vollkommen ausreichend für die Zwecke, die derselbe erfüllen sollte.

Meine folgenden Bestimmungen der Abhängigkeit der Drehung der Polarisationsebene von der Temperatur beziehen sich auf Zuckerlösungen (sowohl reine als invertirte), auf Lösungen von Kampher in Alkohol und auf Weinsäurelösungen. Die Beobachtungen bei Zuckerlösungen geschahen sowohl mit dem Soleil-Duboscq'schen Instrument, als mit dem Polaristrobometer von Wild. Für die Kampher- und Weinsäurelösungen konnte natürlich nur das Wild'sche Instrument gebraucht werden, da sich das Soleil'sche Instrument bei der Anwendung des Quarzkompensators nur zur Beobachtung solcher Flüssigkeiten gebrauchen lässt, die das gleiche Dispersionsvermögen wie der Quarz besitzen.

Das erste Instrument von Duboscq in Paris war mit Doppelplatte und Quarzkompensator versehen; an der linearen Skale war der Nullpunkt durch eine optisch inaktive Substanz, z. B. Wasser, der Punkt 100 dagegen durch die Ablenkung, die eine Platte rechts drehenden Bergkrystalls von genau 1^{mm} Dicke hervorbringt, bestimmt, so dass bei dem bekanntlich gleichen Dispersionsvermögen des Quarzes mit Zucker die abgelesenen Theilstriche direkt die Prozente an Zucker angaben, wenn man die abgewogene Menge Zucker in 100^{ccm} Wasser löste und die erhaltene Lösung in einer Röhre von 200^{mm} Länge untersuchte. Zur Ablesung der Skala, die an der einen Quarzplatte des Quarzkompensators befestigt war, befand sich an der zweiten Quarzplatte ein einfacher Index, der beim

Bewegen der letztern längs der Skala glitt. Die Skala war direkt so eingetheilt, dass jeder Theilstrich genau 1 % Zucker in der erwähnten Lösung angab; mit Hülfe des Index liessen sich aber noch leicht 1/10 Theilstriche schätzen. Die Beobachtungen geschahen sämmtlich mit einer gewöhnlichen Gaslampe.

Das Wild'sche Polaristrobometer [1]), das ich zu meinen Untersuchungen gebrauchte, war ein solches grösserer Form von Optiker Hoffmann in Paris. Es hatte das Instrument einen Theilkreis von 0,1 Meter Durchmesser; die Theilung war direkt in ½ Grade, und mit Hülfe des Nonius las man direkt 0,02 Grade ab. Bei den Beobachtungen diente als Lichtquelle stets eine Bunsen'sche Gasflamme, in der kohlensaures Natron mit Hülfe eines Platindrahtes verflüchtigt wurde, so dass sich alle meine Beobachtungen mit diesem Instrumente auf den gelben, der Frauenhofer'schen Linie *D* genau entsprechenden Lichtstrahl beziehen. Die Einstellung auf das Verschwinden der Interferenzstreifen geschah an zwei gegenüber liegenden Quadranten.

I. Zucker..

A. Reine Zuckerlösungen.

Da es mir nicht darauf ankam, das molekulare Drehungsvermögen einer Zuckerlösung für eine bestimmte Temperatur zu ermitteln, Werthe, die bereits von verschiedenen Forschern sowohl mit dem Soleil-schen als dem Wild'schen Apparat ganz genau bestimmt wurden, sondern vielmehr um das Variiren

---

[1]) Wild, Polaristrobometer.

dieses Drehungsvermögens mit der Temperatur, so stellte ich mir eine beliebige Lösung reinen Zuckers dar und untersuchte sie in einer der früher beschriebenen Röhren bei verschiedenen Temperaturen; doch stellte sich bald heraus, dass bei geringen Temperaturschwankungen die Aenderungen im Drehungsvermögen so minim ausfielen, dass sowohl die Beobachtungsfehler mit dem Soleil'schen, als dem Wild'schen Apparat grösser waren. Es war mir daher wahrscheinlich, dass, wenn überhaupt Schwankungen im Drehungsvermögen vor sich gehen, diese nur von der Ausdehnung der Flüssigkeit beim Erwärmen herrührten.

Das molekulare Drehungsvermögen $[\alpha]$ einer aktiven Substanz ist für irgend eine Farbe nach Biot durch die Gleichung definirt:

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l \cdot \varepsilon \cdot \delta},$$

wo l die Länge der eingeschalteten Substanz (sei es allein oder vermengt mit einer inaktiven Substanz), die eine Drehung von α Graden für die betreffende Farbe hervorbringt, δ das spezifische Gewicht dieser Substanz, resp. des Gemisches und ε das Verhältniss des Gewichtes der aktiven Substanz zum Gewicht des ganzen Gemisches. Es ist somit

$$\alpha = [\alpha]\, l \,.\, \varepsilon \,.\, \delta. \tag{1}$$

Nehmen wir $[\alpha]$ für verschiedene Temperaturen konstant an, so kann sich in der Formel für α nur der Werth von δ mit der Temperatur ändern, wenn wir die Aenderungen von l ausser Acht lassen, die bei den geringen Temperaturdifferenzen, um welche es sich hier handelt, äusserst klein sein würden.

Berechnen wir nun nach dieser Formel die Werthe für α_t bei zwei Temperaturen, die weit aus einander liegen, für eine Zuckerlösung, bei der $\varepsilon = 0{,}249$, so brauchen wir nur an die Stelle von δ die diesen Temperaturen für ε entsprechenden Werthe von δ einzusetzen. Die Werthe von δ sind nach Gerlach[1])

bei 10° = 1,10206,
„ 27,5° = 1,09656.

Nimmt man ferner für $[\alpha]$ den Werth 66,417° und für l den Werth 100mm, so ergeben sich für α_1 bei 10° und α_2 bei 27,5° folgende Werthe:

α_1 = 18,226°,
α_2 = 18,135°.

Differenz = 0,091° der Kreistheilung.

Bei den Beobachtungen, die ich mit obiger Lösung anstellte, ergab sich:

α bei 10,4° = 18,243 ± 0,3 (Mittel aus 40 Beobacht.)
α bei 40,5° = 18,077 ± 0,3 („ „ „ „)

Differenz = 0,166° Kreistheilung.

Diese Zahlen sind das Mittel aus den Beobachtungen mit dem Soleil'schen und dem Wild'schen Apparat.

Nach den Beobachtungen beträgt somit die Differenz in der Drehung für die genannte Zuckerlösung bei der Aenderung der Temperatur um 30,1° = 0,166°. Für die gleiche Temperaturdifferenz würde der Unterschied in der Drehung nach der Formel berechnet 0,157° betragen. Die durch den Versuch ermittelten Zahlen stimmen so gut mit den berechneten Zahlen, dass es keinem Zweifel unterliegen kann, dass die

---

[1]) Bolley, Handb. d. chem.-techn. Untersuchungen, Pag. 442.

Aenderung im Drehungsvermögen einer reinen Zuckerlösung mit der Temperatur nur von der gleichzeitig eintretenden Aenderung im spezifischen Gewicht der Flüssigkeit herrührt. Es lässt sich somit mit Bestimmtheit der Satz aussprechen:

Das molekulare Drehungsvermögen reiner Zuckerlösungen ist von der Temperatur unabhängig.

B. Invertirte Zuckerlösungen.

Die direkte Polarisation von Zuckerlösungen gibt den Gehalt derselben nur dann richtig an, wenn in der vorhandenen Lösung keine Substanzen vorhanden sind, die ebenfalls drehend auf die Polarisationsebene einwirken. Um den Fehler, der durch solche Substanzen hervorgerufen wird, zu eliminiren, wird die Inversion der Zuckerlösungen vorgenommen, wodurch der Rohrzucker in linksdrehenden Invertzucker übergeführt wird. Diese Methode stützt sich darauf, dass von den verschiedenen optisch aktiv wirkenden Substanzen, die in dem Zucker enthalten sein können, nur der rechtsdrehende Rohrzucker bei der Inversion eine Umwandlung erleidet. Nach den Versuchen von Clerget zeigt eine Lösung von 16,35 Grm. reinen Zuckers zu 100^{ccm}, die am Soleil'schen Saccharimeter eine Rechtsdrehung um 100° hervorbringt, nach der Inversion, wenn die Beobachtung bei 0° gemacht wurde, eine Drehung von 44° nach links, sodass also durch die Inversion eine Drehungsverminderung um 144° stattgefunden hat. Für eine Temperaturerhöhung von je 1° Celsius wird die Linksablenkung der Lösung um 0,5 Theilstriche kleiner. Bedeutet S die Summe

der Saccharimeterablesungen vor und nach der Inversion, T die Temperatur, bei der die invertirte Zuckerlösung untersucht wurde und R den Prozentgehalt der Lösung, so lässt sich die Proportion aufstellen:

$$144 - \tfrac{1}{2}T : 100 = S : R,$$

oder

$$288 - T : 200 = S : R$$

$$R = \frac{200\,S}{288 - T}.$$

Es ist diess die bekannte Formel, auf die Clerget seine Tabelle gründet.

Es handelte sich nun bei meinen Bestimmungen darum:

1) Dreht die oben erwähnte Zuckerlösung nach der Inversion die Polarisationsebene genau um 44° nach links?
2) Ist die Drehung bei verschiedenen Temperaturen der Zunahme der Temperatur genau proportional, wie es Clerget bei Aufstellung seiner Formel annimmt?

Diese Untersuchungen fanden sowohl mit dem Soleil'schen, als dem Wild'schen Instrument statt.

A. Beobachtungen mit dem Soleil'schen Apparat. Um zunächst den Einfluss der Temperatur auf das Drehungsvermögen invertirter Zuckerlösungen zu ermitteln, wurde eine beliebige Quantität reinen Zuckers in Wasser gelöst, mit konzentrirter Salzsäure in der bekannten Weise durch Erhitzen auf 68° während zirka 10 Minuten invertirt und diese Lösung nach dem Erkalten in dem früher beschriebenen und für diese saure Flüssigkeit in Glas ausgeführten Apparat untersucht. Bei jeder Temperatur wurden mindestens 20 Beobachtungen gemacht, die um $\pm 0{,}2 - \pm 0{,}5$

Theilstriche der Soleil'schen Skala differirten und alsdann aus denselben das arithmetische Mittel genommen. Die Fehler, die hiedurch in der Ablesung entstehen, können nach den Untersuchungen von Herrn Prof. Landolt höchstens 0,02 Theilstriche betragen. Bei vielen Temperaturen wurden die Beobachtungen öfters wiederholt und aus den ermittelten Ablenkungen das Mittel genommen. Um allfällige Schwankungen der Temperatur der Lösung während des Versuches möglichst zu eliminiren, wurden an beiden Thermometern vor und nach dem Versuch die Temperaturen abgelesen und aus den Angaben das Generalmittel genommen. Es ergaben sich hiebei folgende Werthe:

Temperaturen vor dem Versuch.			Temperaturen nach dem Versuch.			General-Mittel.	Mittel aus sämmtlichen Einstellungen.	Zahl der Einstellungen.
A	B	Mittel.	A	B	Mittel.			
11,9	11,7	11,8	12,1	11,9	12,0	11,9	33,20 ± 0,5	20
23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	28,45 ± 0,5	21
12,2	12,2	12,2	12,4	12,4	12,4	12,3	33,01 ± 0,3	21
36,8	36,8	36,8	36,6	36,6	36,6	36,7	21,55 ± 0,5	23
34,8	34,8	34,8	34,5	34,5	34,5	34,65	22,66 ± 0,3	22
12,0	12,2	12,1	12,4	12,2	12,3	12,2	33,09 ± 0,3	19
18,6	18,6	18,6	18,8	18,8	18,8	18,7	30,54 ± 0,3	21
17,8	17,9	17,85	18,2	18,0	18,1	18,0	30,85 ± 0,3	23
19,9	19,8	19,8	20,5	20,3	20,4	20,1	29,96 ± 0,3	22
34,6	34,4	34,5	34,2	34,0	34,1	34,3	22,81 ± 0,3	19
28,0	28,0	28,0	27,6	27,6	27,6	27,75	26,18 ± 0,4	19
14,5	14,7	14,6	14,6	14,4	14,5	14,45	32,12 ± 0,4	21
26,7	26,7	26,7	26,9	26,9	26,9	26,8	26,65 ± 0,5	23
16,8	16,8	16,8	17,4	17,2	17,3	17,05	31,29 ± 0,3	19
21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6	29,26 ± 0,4	22
30,8	30,6	30,7	30,0	30,0	30,0	30,3	24,82 ± 0,3	21
32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	23,65 ± 0,4	19
33,4	33,4	33,4	33,2	33,2	33,2	33,3	23,30 ± 0,5	20
35,4	35,6	35,5	35,6	36,0	35,8	35,6	22,25 ± 0,3	19
41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	41,8	19,05 ± 0,2	10
10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	33,97 ± 0,3	15
25,4	25,4	25,4	25,2	25,2	25,2	25,3	27,34 ± 0,4	18

Temperaturen						General-Mittel.	Mittel aus sämmtlichen Einstellungen.	Zahl der Ein-stellungen.
vor dem Versuch.			nach dem Versuch.					
A	B	Mittel.	A	B	Mittel.			
20,2	20,0	20,1	19,8	19,6	19,7	19,9	29,99 ± 0,2	20
34,0	34,2	34,1	33,8	34,0	33,9	34,0	22,89 ± 0,4	19
37,0	37,1	37,05	37,5	37,5	37,5	37,3	21,33 ± 0,3	19
39,4	39,4	39,4	39,6	39,6	39,6	39,5	20,24 ± 0,4	20
37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	21,27 ± 0,4	20
32,0	31,8	31,9	32,4	32,4	32,4	32,2	23,92 ± 0,3	20
7,0	7,6	7,3	7,0	7,6	7,3	7,3	35,12 ± 0,5	18
4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	36,35 ± 0,4	19

B. Beobachtungen mit dem Wild'schen Instrument. Die gleiche Lösung wurde in einer ähnlichen Röhre aus Glas am Wild'schen Instrument untersucht und dabei gefunden:

Temperaturen						General-Mittel.	Mittel aus sämmtlichen Einstellungen.	Zahl der Ein-stellungen.
vor dem Versuch.			nach dem Versuch.					
A	B	Mittel.	A	B	Mittel.			
32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	—7,62 ± 0,03	10
34,2	33,8	34,0	34,0	33,6	33,8	33,9	—7,33 ± 0,04	10
7,5	8,2	7,9	8,5	8,2	7,9	7,9	—11,31 ± 0,02	10
19.9	19,9	19,9	20,2	20,2	20,2	20,05	—9,65 ± 0,01	10
21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	—9,48 ± 0,04	9
27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	—8,40 ± 0,04	11
30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	—7,79 ± 0,03	10
19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	—9,80 ± 0,02	12
24,8	24.8	24,8	24,4	24,4	24,4	24,6	—8,95 ± 0,04	19
23,8	23.6	23,7	23,8	23,6	23,7	23,7	—9,06 ± 0,03	14
26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	—8,69 ± 0,04	11
14,1	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	—10,40 ± 0,01	13
39,8	39,8	39,8	39.8	39,8	39,8	39,8	—6,41 ± 0,04	10
36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	—7,00 ± 0,03	9
16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	—10,18 ± 0,04	10
10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	—10,91 ± 0,03	11
6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	—11,60 ± 0,04	14

Tragen wir die so erhaltenen Werthe für die Ablenkungen des polarisirten Lichtstrahles einer invertirten Zuckerlösung für verschiedene Temperaturen in ein Koordinatennetz so ein, dass wir auf der Abszissenaxe die Temperaturen, auf der Ordinatenaxe die zugehörigen Ablenkungswinkel sowohl beim Soleil'schen[1]), als beim Wild'schen[2]) Apparat haben, so ergeben sich für die beiden Instrumente zwei beinahe vollkommen zusammenfallende Kurven, zum vollkommenen Beweis der Richtigkeit der gemachten Beobachtungen. Diese Kurven weichen von der geraden Linie so wenig ab, dass diese Abweichung ihren Grund in der Aenderung des spezifischen Gewichtes der Lösung bei den verschiedenen Temperaturen haben konnte. Ich ermittelte zu diesem Zwecke die spezifischen Gewichte dieser Lösung bei verschiedenen Temperaturen und erhielt dafür folgende Werthe:

6,4° = 1,08068	24,6° = 1,07482
12,2° = 1,07867	26,2° = 1,07325
15,0° = 1,07788	29,6° = 1,07233
17,4° = 1,07725	35,4° = 1,07075
19,4° = 1,07670	42,6° = 1,06788.

Diese Werthe in entsprechender Weise in ein Koordinatennetz eingetragen, geben in der That eine Kurve, die in entsprechender Weise verläuft, wie die beiden vorher genannten Kurven. Es konnte daher keinem Zweifel unterliegen, dass die Aenderung des Drehungsvermögens einer invertirten Zuckerlösung proportional mit der Zunahme der Temperatur vor sich gehe. Will man daher für die untersuchte Lö-

[1]) Siehe Tab. II. [2]) Siehe Tab. III.

sung eine Interpolationsformel berechnen, aus der man für irgend eine Temperatur den Drehungswinkel α berechnen kann, so kann man dieser die Form geben

$$\alpha = x + yt,$$

worin t die Temperatur und x und y zwei konstante Grössen repräsentiren.

Diese Werthe für x und y nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt, ergeben:

beim Soleil'schen Apparat

$$x = 38,982 \qquad y = -0,4694,$$

beim Wild'schen Apparat

$$x = 19,4781 \qquad y = -0,2306.$$

Um ferner einen Punkt der Kurve genau zu bestimmen wurden genau 16,1356 Gramm reinen und längere Zeit unter der Luftpumpe getrockneten Kandiszuckers in Wasser gelöst und in das mit Marke versehene Kölbchen von 112,1118^{ccm} Inhalt nach der Invertirung genau gefüllt. Diese Lösung würde in einer Röhre von 227,2^{mm} Länge vor der Inversion eine Rechtsdrehung um 100° der Soleil'schen Skala erzeugt haben und gab so berechnet auf eine Röhre von 200^{mm} Länge bei 21° im Mittel aus 40 Beobachtungen eine Drehung nach links von 33,539° $\pm$ 0,4.

Nach dem Vorigen hängt der Drehungswinkel $[\alpha]$ einer invertirten Zuckerlösung von der Temperatur in der Weise ab, dass

$$\alpha = 38,982 + (-0,4694\, t) \pm 0,3.$$

Da also eine Lösung von 16,35 Gramm reinen Zuckers in 100^{cc} nach der Inversion eine Ablenkung von 33,539° bewirkt, wenn die Beobachtung bei 21° geschah, so lässt sich darnach leicht für diese Lösung

die Abhängigkeit des Drehungswinkels α_t von der Temperatur berechnen:

$$\alpha_t = 44,16035 + (-0,50578\,t).$$

Wird $t = 0$, so ist $\alpha_t = 44,16035$, d. h. eine Lösung von 16,35 Gr. reinen Zuckers zu 100^{cc} gelöst, gibt nach der Inversion, wenn die Beobachtung bei 0° gemacht wurde, eine Drehung von 44,16035° nach links; es nimmt diese Drehung bei dieser Flüssigkeit für eine Temperaturerhöhung von je 1° Celsius um 0,50578 Theilstriche der Soleil'schen Skala ab. Es ergaben sich so für x und y Werthe, die ziemlich genau mit den früher von Clerget ermittelten übereinstimmten.

Für irgend eine Lösung lässt sich die Abhängigkeit des Drehungswinkels α_t von der Temperatur durch die Gleichung definiren

$$\alpha_t = \alpha_0 - \frac{\alpha_0 \cdot 0,50578\,t}{44,16035},$$

wenn α_0 der Ablenkungswinkel bei 0° Celsius wäre.

$$\alpha_0 = \frac{\alpha_t \cdot 44.16035}{44,16035 - 0,50578\,t}.$$

Die gleiche Betrachtung auf das Wild'sche Instrument angewandt würde zu der Formel führen:

$$\alpha_0 = \frac{\alpha_t \cdot 9.5911}{9,5911 - 0,10985\,t}.$$

Eine Lösung von 16,35 Gr. reinen Zuckers in 100^{cc}, die bei der direkten Polarisation eine Ablenkung von 100° zeigt, gibt nach der Inversion bei 0° eine Linksablenkung um 44,16035° der Soleil'schen Skala; bei der Temperaturerhöhung um je 1° nimmt diese um 0,50578° ab; es ist somit die Drehungsverminderung, die durch die Inversion erfolgte, bei $t° = 144,16035 - 0,50578\,t$. Bedeutet S die Summe der Saccharimeterablesungen vor und nach der Inversion,

tiger S

$\frac{}{0}$ (144,16 — C

	26°	27°
2	1,31	1,3
3	2,62	2,6
5	3,93	3,9
6	5,24	5,2
8	6,55	6,5
9	7,86	7,8
1	9,17	9,1
2	10,48	10,4
4	11,79	11,
5	13,10	13,
7	14,41	14,
8	15,72	15,
0	17,03	16,
1	17,34	18,
3	19,65	19,
4	20,96	20,
6	22,27	22,
7	23,58	23,
9	24,89	24
0	26,20	26
2	27,51	27
3	28,82	28

10°	11°	12°	13°
91,81	91,48	91,15	90,80
93,20	92,86	92,53	92,18
94,59	94,25	93,91	93,55
95,99	95,63	95,29	94,93
97,38	97,02	96,67	96,30
98,77	98,40	98,05	97,67
100,17	99,79	99,43	99,05
101,57	101,18	100,82	100,42
102,95	102,56	102,20	101,80
104,34	103,95	103,58	103,18
105,73	105,34	104,96	104,55
107,12	106,72	106,34	105,93
108,51	108,11	107,72	107,30
109,90	109,49	109,10	108,67
111,29	110,88	110,48	110,05
112,68	112,26	111,87	111,42
114,07	113,65	113,25	112,80
115,47	115,04	114,63	114,18
116,86	116,42	116,01	115,55
118,25	117,81	117,39	116,93
119,64	119,20	118,77	118,30
121,02	120,58	120,15	119,67
122,41	121,97	121,53	121,05
123,81	123,35	122,92	122,42
125,20	124,74	124,30	123,80
126,59	126,12	125,68	125,18
127,99	127,51	127,06	126,57
129,38	128,90	128,44	127,93
130,77	130,28	129,82	129,30
132,17	131,67	131,20	130,67
133,57	133,06	132,58	132,05
134,95	134,44	133,97	133,42
136,34	135,84	135,35	134,80
137,71	137,21	136,73	136,18
139,10	138,60	138,10	137,59
140,49	139,99	139,48	138,97
141,88	141,38	140,86	140,34
143,27	142,76	142,24	141,71
144,66	144,15	143,62	143,09
146,04	145,53	145,01	144,46
147,43	146,92	146,39	145,84
148,82	148,30	147,77	147,22
150,21	149,69	149,15	148,59
151,60	151,08	150,53	149,97
152,99	152,46	151,91	151,34
154,38	153,85	153,29	152,72
155,78	155,24	154,67	154,10
157,18	156,62	156,05	155,47
158,57	158,01	157,43	156,85
159,96	159,39	158,82	158,23
161,35	160,78	160,20	159,60
162,74	162,16	161,59	160,98
164,13	163,55	162,96	162,35
165,52	164,94	164,34	163,73

Tafel zur Analyse zuckerhaltiger Substanzen.

$$R = \frac{100\,S}{144{,}16 - 0{,}506\,T} \qquad S = \frac{R}{100}(144{,}16 - 0{,}506\,T)$$

10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	Gew. %	Vol. %
1,39	1,39	1,38	1,38	1,37	1,37	1,36	1,36	1,35	1,35	1,34	1,34	1,33	1,33	1,32	1,32	1,31	1,31	1,30	1,29	1,29	1,28	1,28	1,27	1,27	1,26	1	1,64
2,78	2,77	2,76	2,75	2,74	2,73	2,72	2,71	2,70	2,69	2,68	2,67	2,66	2,65	2,64	2,63	2,62	2,61	2,60	2,59	2,58	2,57	2,56	2,55	2,54	2,53	2	3,27
4,17	4,16	4,14	4,13	4,11	4,10	4,08	4,07	4,05	4,04	4,02	4,01	3,99	3,98	3,96	3,95	3,93	3,92	3,90	3,88	3,87	3,85	3,84	3,82	3,81	3,79	3	4,91
5,56	5,54	5,52	5,50	5,48	5,46	5,44	5,42	5,40	5,38	5,36	5,34	5,32	5,30	5,28	5,26	5,24	5,22	5,20	5,18	5,16	5,14	5,12	5,10	5,08	5,06	4	6,54
6,95	6,93	6,90	6,88	6,85	6,83	6,80	6,78	6,75	6,73	6,70	6,68	6,65	6,63	6,60	6,58	6,55	6,53	6,50	6,47	6,45	6,42	6,40	6,37	6,35	6,32	5	8,17
8,35	8,32	8,29	8,26	8,22	8,19	8,16	8,14	8,10	8,07	8,04	8,01	7,98	7,95	7,92	7,89	7,86	7,83	7,80	7,77	7,74	7,71	7,68	7,65	7,62	7,58	6	9,81
9,74	9,70	9,67	9,63	9,60	9,56	9,52	9,49	9,45	9,42	9,38	9,35	9,31	9,28	9,24	9,21	9,17	9,14	9,10	9,06	9,03	8,99	8,96	8,92	8,89	8,85	7	11,44
11,13	11,09	11,05	11,01	10,97	10,93	10,89	10,85	10,80	10,76	10,72	10,68	10,64	10,60	10,56	10,52	10,48	10,44	10,40	10,36	10,32	10,28	10,24	10,20	10,16	10,11	8	13,08
12,52	12,47	12,43	12,38	12,34	12,29	12,25	12,20	12,15	12,11	12,06	12,02	11,97	11,93	11,88	11,84	11,79	11,75	11,70	11,65	11,61	11,56	11,52	11,47	11,43	11,38	9	14,71
13,91	13,86	13,81	13,76	13,71	13,66	13,61	13,56	13,51	13,46	13,41	13,35	13,30	13,25	13,20	13,15	13,10	13,05	13,00	12,95	12,90	12,85	12,80	12,75	12,70	12,64	10	16,35
15,30	15,25	15,19	15,14	15,08	15,03	14,97	14,92	14,86	14,81	14,75	14,68	14,63	14,58	14,52	14,47	14,41	14,36	14,30	14,24	14,19	14,13	14,08	14,02	13,97	13,90	11	17,99
16,69	16,63	16,59	16,51	16,45	16,40	16,33	16,27	16,20	16,15	16,09	16,02	15,96	15,90	15,84	15,78	15,72	15,66	15,60	15,54	15,48	15,42	15,36	15,30	15,24	15,17	12	19,62
18,08	18,01	17,96	17,89	17,82	17,77	17,69	17,63	17,55	16,50	17,43	17,36	17,29	17,23	17,16	17,10	17,03	16,97	16,90	16,83	16,77	16,70	16,64	16,57	16,51	16,43	13	21,26
19,47	19,40	19,33	19,26	19,19	19,14	19,05	18,98	18,89	18,84	18,77	18,69	18,62	18,55	18,48	18,41	18,34	18,27	18,20	18,13	18,06	17,99	17,92	17,85	17,78	17,70	14	22,89
20,86	20,79	20,71	20,64	20,56	20,51	20,41	20,34	20,24	20,19	20,11	20,03	19,95	19,88	19,80	19,73	19,65	19,58	19,50	19,42	19,35	19,27	19,20	19,12	19,05	18,96	15	24,52
22,26	22,18	22,10	22,02	21,93	21,88	21,77	21,70	21,58	21,53	21,45	21,36	21,28	21,20	21,12	21,04	20,96	20,88	20,80	20,72	20,64	20,56	20,48	20,40	20,32	20,22	16	26,16
23,65	23,56	23,48	23,39	23,31	23,25	23,13	23,05	22,93	22,88	22,79	22,70	22,61	22,53	22,44	22,36	22,27	22,19	22,10	22,01	21,93	21,84	21,76	21,67	21,59	21,49	17	27,79
25,04	24,95	24,86	24,77	24,68	24,62	24,50	24,41	24,27	24,22	24,13	24,03	23,94	23,85	23,76	23,67	23,58	23,49	23,40	23,31	23,22	23,13	23,04	22,95	22,86	22,75	18	29,43
26,43	26,33	26,24	26,14	26,05	25,99	25,86	25,76	25,62	25,57	25,47	25,37	25,27	25,18	25,08	24,99	24,89	24,80	24,70	24,60	24,51	24,41	24,32	24,22	24,13	23,02	19	31,06
27,82	27,72	27,62	27,52	27,42	27,31	27,21	27,12	27,01	26,91	26,81	26,71	26,61	26,51	26,40	26,30	26,20	26,10	26,00	25,90	25,80	25,70	25,60	25,49	25,39	25,28	20	32,70
29,21	29,11	29,00	28,90	28,79	28,68	28,57	28,47	28,36	28,26	28,15	28,04	27,94	27,83	27,72	27,62	27,51	27,41	27,30	27,20	27,09	26,98	26,88	26,77	26,66	26,54	21	34,34
30,60	30,49	30,38	30,28	30,16	30,05	29,93	29,83	29,70	29,60	29,49	29,38	29,27	29,16	29,04	28,93	28,82	28,71	28,60	28,49	28,38	28,27	28,16	28,04	27,93	27,81	22	35,98
31,99	31,88	31,76	31,65	31,53	31,42	31,29	31,18	31,05	30,95	30,83	30,72	30,60	30,49	30,36	30,25	30,13	30,01	29,90	29,79	29,67	29,55	29,44	29,32	29,20	29,07	23	37,61
33,38	33,26	33,14	33,03	32,90	32,79	32,65	32,54	32,39	32,29	32,16	32,05	31,93	31,81	31,68	31,56	32,44	31,32	31,20	31,08	30,96	30,84	30,72	30,59	30,47	30,34	24	39,25
34,77	34,65	34,52	34,40	34,28	34,16	34,01	33,90	33,74	33,64	33,51	33,39	33,26	33,14	33,00	32,88	32,75	32,63	32,50	32,38	32,25	32,12	32,00	31,87	31,74	31,60	25	40,88
36,17	36,04	35,91	35,78	34,65	35,53	35,37	35,25	35,08	34,98	34,85	34,73	34,59	34,47	34,32	34,19	34,06	33,93	33,80	33,67	33,54	33,41	33,28	33,14	33,01	32,86	26	42,51
37,57	37,42	37,29	37,16	37,02	36,90	36,73	36,61	36,43	36,33	36,19	36,05	35,92	35,79	35,64	35,51	35,37	35,24	35,10	34,97	34,83	34,69	34,56	34,42	34,28	34,13	27	44,15
38,94	38,81	38,67	38,53	38,39	38,25	38,07	37,96	37,77	37,67	37,53	37,39	37,25	37,12	36,96	36,82	36,68	36,54	36,40	36,26	36,12	35,98	35,84	35,69	35,55	35,39	28	45,78
40,34	40,19	40,05	39,91	39,76	39,60	39,46	39,32	39,11	39,02	38,87	38,73	38,58	38,45	38,28	38,14	37,99	37,85	37,70	37,56	37,41	37,26	37,12	36,97	36,82	37,66	29	47,42
41,74	41,58	41,43	41,28	41,12	40,97	40,82	40,68	40,52	40,37	40,21	40,06	39,91	39,76	39,61	39,46	39,30	39,15	39,00	38,85	38,70	38,54	38,39	38,24	38,09	37,92	30	49,05
43,12	42,96	42,81	42,66	42,50	42,33	42,17	42,03	41,87	41,72	41,55	41,40	41,24	41,09	40,93	40,77	40,61	40,45	40,30	40,15	39,99	39,83	39,67	39,51	39,36	39,17	31	50,69
44,51	44,35	44,19	44,04	43,87	43,70	43,53	43,39	43,21	43,06	42,89	42,74	42,57	42,42	42,25	42,09	41,92	41,76	41,60	41,44	41,28	41,11	40,95	40,79	40,63	40,45	32	52,33
45,90	45,74	45,51	45,41	45,25	45,07	44,89	44,74	44,56	44,41	44,23	44,06	43,90	43,73	43,58	43,40	43,23	43,06	42,90	42,74	42,57	42,40	42,23	42,06	41,90	41,71	33	53,97
47,20	47,12	46,95	46,79	46,62	46,43	46,25	46,10	45,90	45,75	45,57	45,40	45,23	45,06	44,90	44,72	44,54	44,37	44,20	44,03	43,86	43,68	43,51	43,34	43,17	42,98	34	55,60
48,68	48,51	48,33	48,16	47,99	47,80	47,61	47,45	47,25	47,10	46,91	46,74	46,56	46,39	46,22	46,03	45,85	45,67	45,50	45,33	45,15	44,97	44,79	44,61	44,43	44,24	35	57,24
50,08	49,90	49,71	49,54	49,36	49,16	48,97	48,81	48,59	48,45	48,25	48,07	47,89	47,70	47,55	47,35	47,16	46,98	46,80	46,62	46,44	46,25	46,07	45,89	45,70	45,50	36	58,87
51,47	51,28	51,10	50,92	50,73	50,53	50,33	50,16	49,94	49,80	49,59	49,41	49,22	49,03	48,86	48,66	48,47	48,28	48,10	47,92	47,73	47,53	47,35	47,16	46,97	46,77	37	60,50
52,86	52,67	52,48	52,30	52,09	51,90	51,69	51,52	51,28	51,14	50,93	50,75	50,55	50,36	50,18	49,98	49,78	49,59	49,40	49,22	49,02	48,82	48,63	48,44	48,24	48,03	38	62,14
54,25	54,05	53,86	53,67	53,47	53,26	53,03	52,88	52,63	52,49	52,27	52,08	51,88	51,67	51,51	51,29	51,09	50,89	50,70	50,50	50,31	50,10	49,91	49,71	49,51	49,30	39	63,77
55,64	55,44	55,24	55,05	54,83	54,63	54,43	54,24	54,02	53,82	53,62	53,42	53,21	53,01	52,81	52,61	52,40	52,20	52,00	51,80	51,60	51,40	51,19	50,99	50,79	50,56	40	65,40
57,03	56,82	56,62	56,42	56,21	55,99	55,79	55,60	55,37	55,17	54,96	54,75	54,54	53,34	54,13	53,92	53,71	53,50	53,30	53,09	52,89	52,68	52,47	52,26	52,06	51,82	41	67,03
58,42	58,21	58,00	57,80	57,58	57,36	57,14	56,95	56,71	56,51	56,30	56,09	55,87	55,65	55,46	55,24	55,02	54,81	54,60	54,39	54,18	53,97	53,75	53,53	53,33	53,09	42	68,67
59,81	59,60	59,38	59,18	58,95	58,73	58,50	58,31	58,06	57,86	57,64	57,43	57,20	56,99	56,76	56,55	56,33	56,11	55,90	55,68	55,47	55,25	55,03	54,81	54,60	54,35	43	70,31
61,20	60,98	60,76	60,55	60,32	60,09	59,86	59,67	59,40	59,20	58,98	58,75	58,53	58,32	58,09	57,87	57,64	57,42	57,20	56,98	56,76	56,53	56,31	56,08	55,87	55,61	44	71,95
62,59	62,37	62,14	61,93	61,69	61,46	61,23	61,02	60,75	60,55	60,32	60,10	59,86	59,63	59,42	59,18	58,95	58,72	58,50	58,27	58,05	57,82	57,59	57,36	57,14	56,87	45	73,58
63,99	63,76	63,52	63,30	63,05	62,82	62,58	62,38	62,09	61,89	61,66	61,44	61,19	60,97	60,72	60,50	60,26	60,02	59,80	59,58	59,34	59,10	58,87	58,63	58,41	58,14	46	75,22
65,38	65,14	64,91	64,67	64,42	64,19	63,94	63,73	63,44	63,24	63,00	62,77	62,52	62,29	62,05	61,81	61,57	61,33	61,10	60,86	60,63	60,40	60,15	59,91	59,68	59,40	47	76,85
66,77	66,53	66,20	66,05	65,79	65,56	65,30	65,09	64,78	64,58	64,34	64,10	63,85	63,60	63,38	63,13	62,88	62,64	62,40	62,16	61,92	61,68	61,42	61,18	60,95	60,67	48	78,48
68,17	67,91	67,67	67,42	67,16	66,92	66,66	66,44	66,12	65,93	65,68	65,44	65,18	64,94	64,68	64,45	64,19	63,94	63,70	63,45	63,20	62,97	62,70	62,46	62,22	61,93	49	80,12
69,57	69,30	69,05	68,80	68,53	68,29	68,03	67,80	67,53	67,27	67,03	66,77	66,51	66,26	66,01	65,76	65,50	65,25	65,00	64,74	64,49	64,24	63,99	63,73	63,48	63,20	50	81,75
70,95	70,68	70,43	70,18	69,90	69,66	69,43	69,15	68,88	68,62	68,37	68,11	67,84	67,57	67,34	67,08	66,81	66,55	66,30	66,03	65,78	65,52	65,27	65,01	64,75	64,47	51	83,38
72,34	72,07	71,81	71,55	71,28	71,02	70,79	70,51	70,22	69,96	69,71	69,45	69,16	68,91	68,64	68,39	68,12	67,86	67,60	67,33	67,07	66,81	66,55	66,28	66,02	65,73	52	85,01
73,73	73,46	73,19	72,93	72,65	72,39	72,14	71,87	71,57	71,31	71,05	70,78	70,50	70,23	69,97	69,71	69,43	69,16	68,90	68,63	68,36	68,09	67,83	67,55	67,29	67,00	53	86,65
75,12	74,84	74,51	74,30	74,02	73,76	73,50	73,23	72,91	72,65	72,40	72,12	71,83	71,54	71,30	71,02	70,74	70,46	70,20	69,93	69,65	69,39	69,11	68,83	68,56	68,26	54	88,29
76,51	76,23	75,95	75,67	75,39	75,12	74,86	74,59	74,26	74,00	73,74	73,46	73,16	72,88	72,60	72,34	72,05	71,77	71,50	71,23	70,94	70,67	70,39	70,10	69,84	69,52	55	89,93
77,90	77,62	77,33	77,05	76,76	76,49	76,23	75,94	75,60	75,35	75,08	74,79	74,49	74,20	73,93	73,65	73,36	73,07	72,80	72,51	72,22	71,96	71,67	71,38	71,11	70,79	56	91,56
79,29	79,00	78,71	78,42	78,14	77,85	77,58	77,30	76,95	76,70	76,42	76,12	75,82	75,51	75,26	74,97	74,67	74,38	74,10	73,81	73,51	73,23	72,95	72,65	72,38	72,05	57	93,20
80,68	80,39	80,10	79,80	79,51	79,22	78,94	78,66	78,29	78,04	77,76	77,46	77,16	76,88	76,54	76,28	75,98	75,69	75,40	75,10	74,80	74,51	74,23	73,93	73,65	73,32	58	94,83
82,07	81,77	81,48	81,18	80,88	80,59	80,30	80,01	79,64	79,39	79,10	78,79	78,49	78,20	77,89	77,60	77,29	77,00	76,70	76,40	76,09	75,80	75,51	75,20	74,92	74,58	59	96,46
83,46	83,16	82,86	82,55	82,25	81,94	81,64	81,36	81,04	80,73	80,43	80,12	79,82	79,52	79,22	78,91	78,61	78,31	78,00	77,69	77,39	77,09	76,79	76,48	76,18	75,84	60	98,10
84,86	84,54	84,24	83,93	83,62	83,31	83,01	82,71	82,38	82,08	81,78	81,47	81,15	80,90	80,50	80,23	79,92	79,62	79,30	78,99	78,68	78,38	78,07	77,75	77,46	77,11	61	99,73
86,25	85,93	85,62	85,30	84,99	84,68	84,41	84,07	83,72	83,43	83,12	82,80	82,48	82,20	81,85	81,54	81,23	80,92	80,60	80,28	79,97	79,66	79,34	79,03	78,73	78,37	62	101,36
87,64	87,32	87,01	86,67	86,36	86,06	85,77	85,42	85,07	84,78	84,46	84,13	83,81	83,49	83,18	82,86	82,54	82,23	81,90	81,58	81,25	80,95	80,63	80,30	80,00	79,63	63	102,99
89,02	88,70	88,39	88,05	87,74	87,43	87,12	86,79	86,41	86,12	85,80	85,48	85,14	84,86	84,49	84,17	83,85	83,53	83,20	82,87	82,54	82,22	81,91	81,57	81,27	80,89	64	104,63
90,41	90,09	89,77	89,42	89,11	88,80	88,48	88,13	87,77	87,47	87,14	86,81	86,47	86,17	85,81	85,49	85,16	84,84	84,50	84,17	83,81	83,51	83,19	82,85	82,53	82,16	65	106,27

10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	21°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	31°	35°	Gew. %	Vol. %
91,81	91,48	91,15	90,80	90,48	90,16	89,84	89,48	89,11	88,80	88,48	88,13	87,80	87,46	87,15	86,80	86,47	86,14	85,80	85,46	85,10	84,80	84,46	84,12	83,80	83,42	66	107,91
93,20	92,86	92,53	92,18	91,85	91,54	91,21	90,85	90,46	90,15	89,82	89,48	89,13	88,82	88,43	88,12	87,78	87,45	87,10	86,75	86,40	86,09	85,74	85,40	85,07	84,69	67	109,54
94,59	94,25	93,91	93,55	93,22	92,90	92,56	92,21	91,80	91,49	91,16	90,81	90,45	90,13	89,78	89,44	89,09	88,75	88,40	88,04	87,69	87,38	87,03	86,67	86,34	85,95	68	111,17
95,99	95,63	95,29	94,93	94,59	94,25	93,92	93,58	93,14	92,84	92,50	92,13	91,79	91,42	91,13	90,75	90,40	90,05	89,70	89,34	88,98	88,66	88,31	87,95	87,61	87.22	69	112,82
97,38	97,02	96,67	96,30	95,96	95,60	95,25	94,92	94,54	94,18	93,83	93,48	93,12	92,77	92,41	92,06	91,71	91,36	91,00	90,64	90,29	89,94	89,59	89,23	88,88	88,48	70	114,45
98,77	98,40	98,05	97,67	97,33	96,96	96,59	96,29	95,89	95,53	95,17	94,82	94,45	94,08	93,76	93,37	92,99	92,67	92,30	91,94	91,58	91,21	90,87	90,51	90,16	89,75	71	116,09
100,17	99,79	99,43	99,05	98,71	98,33	97,96	97,65	97,23	96,87	96,51	96,14	95,78	95,37	95,09	94,69	94,30	93,97	92,60	93,24	92,85	92,50	92,15	91,78	91,43	91,02	72	117,71
101,57	101.18	100,82	100,42	100,08	99,70	99,37	99,00	98,58	98,22	97,85	97,49	97,11	96,74	96,37	96,00	95,62	95,28	94,90	94,52	94,14	93,79	93,43	93,06	92,65	92,28	73	119,34
102,95	102,56	102,20	101,80	101,45	101,06	100,74	100,35	99,92	99,56	99,19	98,83	98,44	98,05	97,72	97,32	96,93	96,58	96,20	95,82	95,44	95,08	94,71	94,33	93,92	93,54	74	120,97
104,34	103,95	103,58	103,18	102,81	102,43	102,08	101,70	101,27	100,91	100,53	100,15	99,77	99,34	99,05	98,63	98,24	97,89	97,50	97,11	96,73	96,37	95,99	95,60	95,17	94,81	75	122.61
105,73	105,34	104,96	104,55	104,18	103,79	103,44	103,06	102,61	102,25	101,87	101,50	101,10	100,71	100,32	99,95	99,55	99,19	98,80	98,41	98,02	97,65	97,23	96,88	96,46	96,07	76	124,25
107,12	106,72	106,34	105,93	105,55	105,16	104,80	104,41	103,96	103.60	103,21	102,84	102,43	102,02	101,67	101,27	100,86	100,49	100,10	99,70	99,33	98,93	98,51	98,15	97,73	97,32	77	125,89
108,51	108,11	107,72	107,30	106,92	106,53	106,17	105,77	105,30	104,94	104,55	104,15	103,76	103,31	103,00	102,59	102,17	101,80	101,40	101,00	100,61	100,20	99,79	99,43	99,03	98,58	78	127,52
109,90	109,49	109,10	108,67	108,29	107,89	107,52	107,12	106,65	106,29	105,89	105,50	105,09	104,68	104,27	103,99	103,48	103,10	102,70	102,29	101,89	101,49	101,07	100,70	100,30	99,84	79	129,15
111,29	110,88	110,48	110,05	109,67	109,26	108,86	108,48	108,05	107,64	107,24	106,83	106,42	106,02	105,62	105,22	104,81	104,41	104,00	103,59	103,19	102,78	102,38	101,98	101,58	101,12	80	130,80
112,68	112,26	111,87	111,42	111,03	110,61	110,22	109,84	109,39	108,98	108,58	108,15	107,75	107,30	106,95	106,53	106,12	105,70	105,30	104,88	104,49	104,06	103,67	103,26	102,85	102,38	81	132,45
114,07	113,65	113,25	112,80	112,41	111,97	111,58	111,20	110,73	110,33	109,92	109,50	109,08	108,68	108,22	107,85	107,43	107,01	106,60	106,18	105,78	105,36	104,95	104,54	104,12	103,64	82	134,08
115,47	115,04	114,63	114,18	113,77	113,34	112,94	112,56	112,08	111,68	111,26	110,84	110,41	110,01	109,57	109,16	108,74	108,32	107,90	107,47	107,07	106,64	106,23	105.81	105,39	104,90	83	135,71
116,86	116,42	116,01	115,55	115,14	114,71	114,20	113,91	113,42	113,05	112,61	112,16	111,74	111,29	119,90	110,48	110,02	109,63	109,20	108,76	108,40	107,92	107,50	107,09	106,66	106,17	84	137,34
118,25	117,81	117,39	116,93	116,51	116,07	115,66	115,28	114,78	114,39	113,95	113,51	113,07	112,67	112,17	111,79	111,33	110,93	110,50	110,05	109,67	109,19	108,78	108,36	107,93	107,43	85	138,97
119,64	119,20	118,77	118,30	117,88	117,44	117,02	116,64	116,12	115.74	115,29	114,85	114,40	114,00	113,52	113,11	112,65	112,24	111,80	111,35	110,93	110,48	110,07	109,63	109,20	108,70	86	140.61
121,02	120,58	120,15	119,67	119,25	118,80	118,40	117,99	117,47	117,09	116,63	116,18	115,73	115,28	114,86	114,43	113,96	113,54	113,10	112,65	112,24	111,77	111,35	110,91	110,48	109,96	87	142,25
122,41	121,97	121,53	121,05	120,63	120,17	119,75	119,34	118,81	118,44	117,97	117,53	117,07	116,66	116,13	115,74	115.27	114,85	114,40	113,95	113,54	113,06	112,63	112,18	111,70	111,23	88	143,89
123,81	123,35	122,92	122,42	122,00	121,54	121,11	120,69	120,15	119,79	119,31	118,87	118,40	117,99	117,48	117,05	116,59	116,15	115,70	115,25	114,83	114,35	113,91	113,46	112,97	112,49	89	145,52
125,20	124,74	124,30	123,80	123,37	122,91	122.46	122,04	121,55	121,09	120,65	120,19	119,73	119,28	118,82	118,37	117,91	117,46	117,00	116,54	116,09	115,63	115,18	114,72	114,27	113,76	90	147,15
126,59	126,12	125,68	125,18	124,74	124,28	123,82	123,40	122,90	122,44	121,99	121,54	121,07	120,63	120,09	119,68	119,22	118,76	118,30	117,84	117,42	116,91	116,46	116,00	115,53	115,03	91	148,78
127,99	127,51	127,06	126,57	126,10	125,63	125,19	124,75	124,24	123,76	123,33	122,88	122,40	121,96	121,44	120,99	120,53	120,06	119,60	119,13	118,67	118,18	117,74	117,28	116,80	116,29	92	150,43
129,38	128,90	128,44	127,93	127,47	126,98	126,54	126,10	125,59	125,12	124,67	124,20	123,73	123,25	122,78	122,31	121,86	121,39	120,90	120,43	119,95	119,47	119,03	118,56	118,07	117,55	93	152,06
130,77	130.28	129,82	129,30	128,84	128,36	127,88	127,46	126,93	126,46	126,02	125,55	125,06	124,60	124,05	123,62	123,17	122,69	122,20	121,72	121,26	120,76	120,26	119,83	119,34	118,82	94	153,69
132,17	131,67	131,20	130,67	130,21	129,73	129,24	128,82	128,28	127,81	127,36	126,89	126,39	125,93	125,40	124,94	124,48	123,99	123,50	123,02	122,56	122,05	121,54	121,11	120,61	120,08	95	155,32
133,57	133,06	132,58	132,05	131,59	131,09	130,60	130,18	129,62	129,15	128,70	128,21	127,72	127,22	126,74	126,26	125,79	125,30	124,80	124,31	123,85	123,34	122,83	122,38	121,88	121,33	96	156,95
134,95	134,44	133,97	133,42	132,96	132,46	131,96	131,54	130,97	130,50	130,04	129,56	129,05	128,57	128,01	127,58	127,07	126,60	126,10	125,61	125,11	124,63	124,10	123,65	123,16	122,59	97	158,59
136,34	135,84	135,35	134,80	134,33	133,82	133,22	132,89	132,31	131,84	131,39	130,90	130,38	129,90	129,36	128,89	128,38	127,91	127,40	126,90	126,44	125,92	125,41	124,93	124,43	123,85	98	160,23
137,71	137,21	136,73	136,18	135,70	135,19	134,68	134,26	133,66	133,19	132,73	132,21	131,71	131,19	130,70	130,21	129,70	129,21	128,70	128,20	127,69	127,19	126,70	126,20	125,65	125,13	99	161,87
139,10	138,60	138,10	137,59	137,08	136,57	136,07	135,60	135,06	134,55	134,05	133,54	133,03	132,53	132,02	131,52	131,01	130,51	130,00	129,49	128,99	128,48	127,98	127,47	126,97	126,40	100	163,50
140,49	139,99	139.48	138,97	138,45	137,94	137,42	136,95	136,40	135,90	135,39	134,90	134,36	133,86	133,35	132,84	132,32	131,82	131,30	130,78	130,30	129,77	129.26	128,73	128,27	127,66	101	165,13
141,88	141,38	140,86	140,34	139,81	139,31	138,78	138,30	137,74	137,24	136,73	136,22	135,69	135,16	134,69	134,15	133,64	133,12	132,60	132,07	131,60	131,06	130,53	130,01	129,53	128,92	102	166,76
143,27	142,76	142,24	141,71	141,18	140,66	140,15	139,65	139,09	138,59	138,08	137,55	137,02	136,50	135,98	135,47	134,96	134,43	133,90	133,37	132,89	132,35	131,81	131,29	130,82	130,19	103	168,41
144,66	144,15	143,62	143,09	142,55	142,01	141,50	141,00	140,43	139,93	139,42	138,90	138,35	137,83	137,31	136,78	136,27	135,72	135,20	134,67	134,16	133,64	133,10	132,57	132,09	131,45	104	170,04
146,04	145,53	145,01	144,46	143,92	143,39	142,84	142,36	141.79	141,28	140,76	140,21	139,68	139,13	138,65	138,10	137,58	137,03	136,50	135,97	135,49	134,93	134,38	133,84	133,36	132,72	105	171,67
147,43	146,92	146,39	145,84	145,29	144,76	144,20	143,71	143,13	142,63	142,10	141,54	141,01	140,47	139,93	139,42	138,91	138,34	137,80	137,27	136,73	136,20	135,66	135,12	134,61	133,98	106	173,30
148,82	148,30	147,77	147,22	146,67	146,12	145,56	145,06	144,48	143,97	143,45	142,89	142,34	141,80	141,26	140,73	140,22	139,65	139,10	138,56	138,03	137,49	136,94	136,39	135,88	135,25	107	174,93
150,21	149.69	149,15	148,59	148,04	147,49	146,92	146,42	145,82	145,32	144,79	144,21	143,67	143,11	142,60	142,04	141,53	140,95	140,40	139,86	139,34	138,77	138,21	137,66	137,16	136,51	108	176,57
151,60	151,08	150,53	149,97	149,41	148,85	148,18	147,78	147,16	146,67	146,11	145,54	145,00	144,45	143,88	143,36	142,84	142,26	141,70	141,15	140,64	140,05	139,49	138,94	138,43	137,78	109	178,21
152,99	152,46	151,91	151,34	150,77	150,23	149,68	149,16	148,57	148,00	147,45	146,89	146,33	145,78	145,22	144,67	144,11	143,56	143,00	142,44	141,89	141,33	140,78	140,22	139,67	139,04	110	179,85
154,38	153,85	153,29	152,72	152,14	151,61	151,07	150,52	149,92	149,34	148,79	148,21	147,66	147,08	146,56	145,98	145,42	144,86	144,30	143,73	143,16	142,62	142,07	141.49	140,95	140,30	111	181,49
155,78	155,24	154,67	154,10	153,51	152,98	152,42	151,87	151,26	150,69	150,14	149,56	148,99	148,42	147,84	147,30	146,74	146,16	145,60	145,03	144,49	143,91	143,30	142,75	142,25	141,56	112	183,12
157,18	156,62	156,05	155,47	154,88	154,35	153,78	153,24	152,61	152,05	151,48	150,91	150,32	149,75	149,18	148,61	148,05	147,47	146,90	146,32	145,73	145,18	144,58	144,03	143,51	142,83	113	184,75
158,57	158,01	157,43	156,85	156,25	155,70	155,15	154,58	153,95	153,39	152,82	152,23	151,65	151,05	150,52	149,93	149,36	148,77	148,20	147,62	147,03	146,47	145,87	145,31	144,80	144,09	114	186,40
159,96	159,39	158,82	158,23	157,63	157,05	156,50	155,93	155,30	154,74	154,16	153,58	152,98	152,39	151,80	151,25	150,68	150,07	149,50	148,91	148,34	147,75	147,14	146,59	146,07	145,34	115	188,03
161,35	160,78	160,20	159,60	159,00	158,43	157,84	157,28	156,64	156,09	155,51	154,93	154,31	153,72	153,14	152,57	152,00	151,39	150,80	150,21	149,64	149,03	148,45	147,86	147,34	146,60	116	189,66
162,74	162,16	161,59	160,98	160,37	159,80	159,20	158,63	157,99	157,44	156,85	156,23	155,64	155,04	154,48	153,88	153,31	152,70	152,10	151,50	150,89	150,31	149,74	149,14	148,59	147,86	117	191,29
164,13	163,55	162,96	162,35	161,74	161,16	160,56	159,98	159,33	158,79	158,17	157,58	156,97	156,38	155,76	155,20	154,62	154,00	153,40	152,79	152,16	151,62	151,02	150,41	149,86	149,14	118	192,92
165,52	164,94	164,34	163,73	163,10	162,53	161,92	161,34	160,68	160,09	159,51	158,93	158,30	157,71	157,10	156,51	155,95	155,31	154,70	154,08	153,49	152,91	152,30	151,68	151,14	150,41	119	194,56
166,91	166,32	165,72	165,11	164,47	163,89	163,29	162,72	162,08	161,45	160,85	160,24	159,63	159,03	158,42	157,82	157,21	156,61	156,00	155,39	154,79	154,18	153,58	152,97	152,37	151,68	120	196,20
168,32	167,71	167,10	166,48	165,86	165,27	164,65	164,07	163,42	162,77	162,20	161,58	160,96	160,37	159,70	159,13	158,53	157,92	157,30	156,69	156,09	155,47	154,86	154,25	153,62	152,94	121	197,84
169,70	169,10	168,48	167,86	167,24	166,65	166,01	165,43	164,76	164,13	163,54	162,94	162,29	161,70	161,04	160,45	159,84	159,22	158,60	157,99	157,40	156,75	156,15	155,52	154,89	154,21	122	199,48
171,09	170,49	169,87	169,24	168,62	168,02	167,09	166,79	166,11	165,47	164,88	164,25	163,62	163,00	162,38	161,76	161,11	160,52	159,90	159,29	158,69	158,03	157,43	156.78	156,16	155,47	123	201,11
172,47	171,88	171,25	170,61	169,99	169,39	168,76	168,17	167,45	166,82	166,22	165,59	164,95	164,34	163,66	163,08	162,42	161,83	161,20	160,58	159,98	159,31	158,72	158,06	157,43	156,74	124	202,74
173,87	173.26	172,63	171,99	171,36	170,74	170,14	169,53	168,81	168,16	167,57	166,95	166,28	165,67	165,00	164,40	163,74	163,12	162,50	161,88	161,29	160,62	160,00	159,34	158,67	158,00	125	204,39
175,26	174,65	174,01	173,36	172,75	172,09	171,46	170,88	170,15	169,51	168,91	168,25	167,61	166,98	166,34	165,71	665,05	164,44	163,80	163,17	162,58	161,91	161,26	160,62	159,95	159,27	126	206,02
176,65	176,04	175,39	174,74	174,09	173,47	172,83	172,25	171,50	170,85	170,23	169,59	168,94	168,31	167,62	167,02	166,36	165,73	165,10	164,46	163,85	163,18	162,53	161,89	161,25	160,53	127	207,65
178,04	177,42	176,77	176,12	175,49	174,84	174,17	173,58	172,84	172,20	171,57	170,95	170,27	169,64	168,96	168,34	167,68	167,04	166,40	165,75	165,14	164,47	163,81	163,17	162,51	161,80	128	209,28
179,43	178,82	178,15	177,49	176,85	176,20	175,68	174,94	174,18	173,56	172,91	172,25	171,60	170,95	170,30	169,65	169,00	168,35	167,70	167,05	166,44	165,75	165,10	164,45	163,80	163,06	129	210,91
180,83	180,19	179,53	178,87	178,19	177,55	176,90	176,28	175,59	174,90	174,25	173,59	172,93	172,28	171,62	170,97	170,31	169,66	169,00	168,34	167,69	167,03	166,38	165,72	165,07	164,32	130	212,55

Anmerkung. Um diese Tabelle auch für das Polaristrobometer zu gebrauchen, brauchte man nur die Summe der Ablesungen am letztern Instrument vor und nach der Inversion mit der Zahl 4,6043 zu multipliziren, um dann bei Anwendung dieser Tabelle sofort den Prozentgehalt der untersuchten Flüssigkeit zu erhalten.

0	31°	32°	33°	34°	35°	Gew. %	Vol. %
10	84,80	84,46	84,12	83,80	83,42	66	107,91
40	86,09	85,74	85,40	85,07	84,69	67	109,54
69	87,38	87,03	86,67	86,34	85,95	68	111,17
98	88,66	88,31	87,95	87,61	87.22	69	112,82
29	89,94	89,59	89,23	88,88	88,48	70	114,45
58	91,21	90,87	90,51	90,16	89,75	71	116,09
85	92,50	92,15	91,78	91,43	91,02	72	117,71
14	93,79	93,43	93,06	92,65	92.28	73	119,34
44	95,08	94,71	94,33	93,92	93,54	74	120,97
73	96,37	95,99	95,60	95,17	94,81	75	122.61
02	97,65	97,23	96,88	96,46	96,07	76	124,25
33	98,93	98,51	98,15	97,73	97,32	77	125,89
61	100,20	99,79	99,43	99,03	98,58	78	127,52
89	101,49	101,07	100,70	100,30	99,84	79	129,15
19	102,78	102,38	101,98	101,58	101,12	80	130,80
49	104,06	103,67	103,26	102,85	102,38	81	132,45
78	105,36	104,95	104,54	104,12	103,64	82	134,08
07	106,64	106,23	105,81	105,39	104,90	83	135,71
40	107,92	107,50	107,09	106,66	106,17	84	137,34
67	109,19	108,78	108,36	107,93	107,43	85	138,97
93	110,48	110,07	109,63	109,20	108,70	86	140,61
24	111,77	111,35	110,91	110,48	109,96	87	142,25
54	113,06	112,63	112,18	111,70	111,23	88	143,89
83	114,35	113,91	113,46	112,97	112,49	89	145,52
09	115,63	115,18	114,72	114,27	113,76	90	147,15
42	116,91	116,46	116,00	115,53	115,03	91	148,78
67	118,18	117,74	117,28	116,80	116,29	92	150,43
95	119,47	119,03	118,56	118,07	117,55	93	152,06
26	120,76	120,26	119,83	119,34	118,82	94	153,69
56	122,05	121,54	121,11	120,61	120,08	95	155,32
85	123,34	122,83	122,38	121,88	121,33	96	156,95
11	124,63	124,10	123,65	123,16	122,59	97	158,59
44	125,92	125,41	124,93	124,43	123,85	98	160,23
69	127,19	126,70	126,20	125,65	125,13	99	161,87
99	128,48	127,98	127,47	126,97	126,40	100	163,50
30	129,77	129,26	128,73	128,27	127,66	101	165,13
60	131,06	130,53	130,01	129,53	128,92	102	166,76
89	132,35	131,81	131,29	130,82	130,19	103	168,41
16	133,64	133,10	132,57	132,09	131,45	104	170,04
49	134,93	134,38	133,84	133,36	132,72	105	171,67
73	136,20	135,66	135,12	134,61	133,98	106	173,30
03	137,49	136,94	136,39	135,88	135,25	107	174,93
34	138,77	138,21	137,66	137,16	136,51	108	176,57
64	140,05	139,49	138,94	138,43	137,78	109	178,21
89	141,33	140,78	140,22	139,67	139,04	110	179,85
16	142,62	142,07	141,49	140,95	140,30	111	181,49
49	143,91	143,30	142,75	142,25	141,56	112	183,12
73	145,18	144,58	144,03	143,51	142,83	113	184,75
03	146,47	145,87	145,31	144,80	144,09	114	186,40
84	147,75	147,14	146,59	146,07	145,34	115	188,03
64	149,03	148,45	147,86	147,34	146,60	116	189,66
89	150,31	149,74	149,14	148,59	147,86	117	191,29
16	151,62	151,02	150,41	149,86	149,14	118	192,92
49	152,91	152,30	151,68	151,14	150,41	119	194,56



T die Temperatur, bei der die invertirte Zuckerlösung beobachtet wurde und R den gesuchten Prozentgehalt einer Rohrzuckerlösung, so gilt die Proportion:

$$144{,}16035 - 0{,}50578\,T : 100 = S : R$$

$$R = \frac{100\,S}{144{,}16035 - 0{,}50578\,T}.$$

Für das Wild'sche Instrument:

$$R = \frac{S\,21{,}7189}{31{,}310 - 0{,}10985\,T}.$$

Mit Hülfe dieser Formeln lässt sich die Clerget-sche Tabelle für das Soleil'sche[1]) und Wild'sche Instrument umrechnen.

Um die Menge des in einem Zucker enthaltenen Invertzuckers zu erkennen, kann man in folgender Weise verfahren:

Da 16,35 Gr. Rohrzucker zu 100^{cc} beim Invertiren eine Flüssigkeit geben, die bei t° eine Linksdrehung von $44{,}16035 - 0{,}50578\,t$ hervorbringt, so entspricht diese Drehung, indem 171 Theile Rohrzucker durch die Behandlung mit Säure 180 Theile Invertzucker liefern, einem Gehalte von 17,21 Gr, Invertzucker in 100^{cc}. Ist A das Ergebniss der direkten Polarisation, R der durch Inversion gefundene Rohrzuckergehalt und J die gesuchte Menge des Invertzuckers in Grammen, so hat man:

$$44{,}16035 - 0{,}50578\,T : 17{,}21 = R - A : J,$$

$$J = \frac{17{,}21\,(R-A)}{44{,}16035 - 0{,}50578\,T}.$$

In ähnlicher Weise ist J für das Wild'sche Instrument

$$J = \frac{17{,}21\,(R-A)}{9{,}5911 - 0{,}10985\,T}.$$

---

[1]) Siehe Anhang: Tafel zur Bestimmung des Zuckergehaltes von Flüssigkeiten.

II. Kampher.

Zur Untersuchung der Drehung des Kamphers wurde derselbe in Alkohol gelöst und diese Lösung in entsprechendee Weise, wie die Zuckerlösungen, am Wild'schen Apparat untersucht. Eine solche alkoholische Kampherlösung zeigte bei 10° und bei 40° beobachtet eine kaum merkliche Drehungsverschiedenheit, so dass das Drehungsvermögen von Kampher als von der Temperatur unabhängig betrachtet werden kann. Früher schon hatte Arndtsen[1]) nachgewiesen, dass die Rotationskraft der Kampherlösungen mit der Concentration variire und zwar so, dass diese durch eine lineare Gleichung ausgedrückt werden kann. Hr. Prof. Landolt, der später die gleichen Bestimmungen wiederholte und die Rotationskraft aus den Brechungsexponenten der Lösungen berechnete, kam hiebei auf so verschiedene Zahlen, dass ich diese Bestimmungen mit Hülfe des Wild'schen Instrumentes ausführte, natürlich nur für die Strahlen der Brechbarkeit D.

Verschiedene alkoholische Kampherlösungen, die ich mir zu dem Ende herstellte, gaben auf eine Röhre von 100^{mm} Länge reduzirt folgende Ablenkungen: (q sei der Gehalt an Kampher in 1 Theil der Lösung)

q		Rechtsdrehung.	q		Rechtsdrehung.
0,0644	=	2,8703	0,05	=	2,183
0,02676	=	1.075	0,080	=	3,500
0,0133	=	0,414	0,040	=	1,717
0,0064	=	0,119.			

---

[1]) Comptes rendus 47, pag. 738 oder Poggendorf, Annalen der Chemie und Physik, 105, pag. 312.

Diese Werthe in ein Koordinatennetz[1]) eingetragen, liefern Punkte, die alle in einer Geraden liegen; man kann daher die Abhängigkeit des Drehungswinkels ϱ von der Concentration für den Strahl D durch die Gleichung ausdrücken:

$$\varrho = A + B \,.\, q.$$

Berechnet man nach der Methode der kleinsten Quadrate die Werthe für A und B, so ergibt sich:

$$A = -0{,}1765, \qquad B = 46{,}62.$$

$$\varrho = -0{,}1765 + 46{,}62 \,.\, q \,.\, \pm 0{,}04.$$

Für $q_1 = 0{,}0799$ und $q_2 = 0{,}1598$ sind ϱ_1 und ϱ_2

$$\varrho_1 = 3{,}548 \qquad \varrho_2 = 7{,}274.$$

III. Weinsäure.

Die Weinsäure dreht den polarisirten Lichtstrahl nach rechts und es hängt ihr molekuläres Drehungsvermögen nicht nur von der Concentration der zu untersuchenden Lösungen, sondern auch von der Temperatur ab.

Es handelt sich zunächst um Ermittlung des Gesetzes, nach welchem die Aenderung des Drehungsvermögens mit der Temperatur vor sich geht. Zu diesem Zwecke wurden 32,70 Gr. reine und vollkommen unter der Luftpumpe getrocknete Weinsäure in so viel Wasser gelöst, dass in 100^{cc} der Lösung 29,1673 Gr. Weinsäure enthalten waren. Diese Lösung gab in einer Röhre von 284,65^{mm} Länge untersucht bei verschiedenen Temperaturen folgende Ablenkungen:

---

[1]) Siehe Tab. IV.

Temperatur.	Ablenkung.	Temperatur.	Ablenkung.
8°	8,05	30°	9,78
13°	8,16	32°	9,87
18,2°	8,46	33°	9,96
22,5°	8,87	36°	10,07
25°	9,26	39°	10,26
27,8°	9,75	42°	10,46

Diese Werthe in ein Koordinatennetz [1]) eingetragen geben keine fortlaufende Kurve, so dass sich die Abhängigkeit der Drehung der Weinsäurelösungen von der Temperatur nur durch eine höchst komplizirte Formel ausdrücken liesse. Aus dem Verlaufe der Kurve ersieht man aber:

1) Die Drehung der Weinsäurelösungen nimmt zu mit dem Wachsen der Temperatur.
2) Es nimmt das Drehungsvermögen von niedern Temperaturen bis zu 27,8° rasch zu; von diesem Punkt an geht die Zunahme der Drehung wieder langsamer vor sich.

Um endlich die Abhängigkeit des molekularen Drehungsvermögens von der Concentration zu ermitteln, wurden verschiedene Weinsäurelösungen bei der gleichen Temperatur von 15,8° untersucht; dieselben gaben nach der Reduktion auf eine Röhre von 100^{mm} Länge folgende Ablenkungen:

q	Ablenkung.	*q*	Ablenkung.
0,292	2,96	0,270	2,71
0,146	1,64	0,190	2,02
0,219	2,28	0,111	1,33
0,250	2,55.		

[1]) Siehe Tafel V.

Diese Werthe, in ein Koordinatennetz [1]) eingetragen, geben Punkte, die in einer Geraden liegen. Man kann daher der Gleichung, die die Abhängigkeit einer Weinsäurelösung von der Concentration angibt, die Form geben:

$$\varrho = A + B \,.\, q.$$

Berechnet man die Werthe der Konstanten A und B, so ergibt sich:

$$A = 0{,}382 \qquad\qquad B = 8{,}67$$

$$\varrho = 0{,}382 + 8{,}67 \,.\, q \,.\, \pm 0{,}02.$$

Diese Gleichung gilt natürlich nur für die Strahlen von der Brechbarkeit der Frauenhofer'schen Linie D.

Die vorstehende Arbeit wurde im chemisch-physikalischen Laboratorium des Hrn. Prof. Landolt ausgeführt. Es sei mir hier gestattet, meinem hochverehrten Lehrer für den mir in reichem Maasse zu Theil gewordenen Rath meinen bleibenden Dank auszusprechen.

[1]) Siehe Tab. VI.

Ueber die Zusammensetzung des Chondrodit und Humit.

Von

A. Kenngott.

Obgleich C. Rammelsberg (dessen Handbuch der Mineralchemie S. 445) auf Grund der Berechnung verschiedener Analysen des Chondrodit und Humit zu Formeln A + nB gelangte, in denen A eine Fluorverbindung $8MgF_2 + 3SiF_4$ und B ein Silikat $8MgO.3SiO_2$ darstellt, so scheint es mir doch, dass die vorhandenen Analysen nicht genügen, um eine Formel aufstellen zu können. Es mögen allerdings gewisse Schwierigkeiten bei solchen Analysen vorliegen, dessenungeachtet glaube ich nicht, dass man bei einem Minerale weniger exakte Ansprüche machen dürfe, als bei anderen. Ich habe desshalb die nachfolgenden Berechnungen angestellt, um zu zeigen, dass genauere Untersuchungen nothwendig sind, um die Widersprüche aufzuklären, welche im Vergleich mit dem Olivin hier in Bezug auf die Form und Formel sichtbar sind.

Was zunächst den nordamerikanischen Chondrodit betrifft, so sind a. a. O. S. 443 vier Analysen angegeben, welche als Bestandtheile Magnesia, Eisenoxydul, Kieselsäure und Fluor nachweisen, eine von Fisher und drei von Rammelsberg. Von den letzteren drei führe ich nur die beiden ersten an und anstatt der letzten die zwei Analysen desselben Analytikers, welche Pogg. Ann. LXXXVI, 410 gegeben

wurden, weil die als dritte angegebene (γ) das Mittel aus fünf Analysen ist, aus den gleichzeitig unter α und β angegebenen und aus drei neuern, von denen ich die zwei vollständigen zur Berechnung verwendete. Hiernach sind fünf Analysen zu vergleichen:

1. R.	2. R.	3. R.	4. R.	5. F.	
7,60	7,44	7,98	7,43	7,60	Fluor
55,46	56,79	54,44	56,90	53,05	Magnesia
3,65	3,48	3,69	2,22	5,50	Eisenoxydul
33,06	33,97	34,06	32,98	33,35	Kieselsäure
99,77	101,68	100,67	99,53	99,50.	

Da nun das Fluor an Magnesium oder Silicium gebunden einen Abzug einer entsprechenden Menge Sauerstoff erfordert, müssen in den Analysen

3,20 3,13 3,36 3,13 3,20 Procent Sauerstoff

abgezogen werden, wonach dieselben, wenn man vorläufig das Fluor nur an Magnesium gebunden ansieht, was auf die Procente keinen Einfluss hat, ergeben:

1.	2.	3.	4.	5.	
7,60	7,44	7,98	7,43	7,60	Fluor
4,80	4,70	5,04	4,69	4,80	Magnesium
47,46	48,96	46,54	49,08	45,05	Magnesia
3,65	3,48	3,69	2,22	5,50	Eisenoxydul
33,06	33,97	34,06	32,98	33,35	Kieselsäure
96,57	98,55	97,31	96,40	96,30.	

Alle fünf Analysen haben also erhebliche Verluste aufzuweisen, 1,45—3,60 Procent, ein Umstand, der grosse Beachtung verdient, wenn man berücksichtigt, dass wenig Bestandtheile vorliegen und es

ist nicht gleichgültig, auf welchen derselben man ihn besonders in Anrechnung bringen möchte.

Dass eine Formel aus diesen Analysen berechnet werden könne, möchte ich mit Sicherheit bei diesem Thatbestande nicht annehmen, berechnet man aber die Aequivalente aus den gegebenen Analysen, vorläufig ohne Abrechnung des Sauerstoffs gegenüber dem Fluor, so ergeben sie:

1.	2.	3.	4.	5.	
40,0	39,2	42,0	39,1	40,0	F
$\left.\begin{matrix}138,6\\5,1\end{matrix}\right\}$ 143,7	$\left.\begin{matrix}142,0\\4,8\end{matrix}\right\}$ 146,8	$\left.\begin{matrix}137,3\\5,1\end{matrix}\right\}$ 142,4	$\left.\begin{matrix}142,2\\3,1\end{matrix}\right\}$ 145,3	$\left.\begin{matrix}132,6\\7,6\end{matrix}\right\}$ 140,2	$\left.\begin{matrix}MgO\\FeO\end{matrix}\right\}$ RO
55,1	56,6	56,8	55,0	55,6	SiO_2.

Berechnet man sie auf gleichen Gehalt an SiO_2, so ergeben sie:

2,90	2,77	2,96	2,84	2,88	F
10,43	10,37	10,03	10,56	10,09	RO
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	SiO_2,

und das Mittel würde davon 2,87 F, 10,30 RO und 4,00 SiO_2 sein.

C. Rammelsberg analysirte ferner 1) gelben und 2) grauen Chondrodit von Pargas und fand:

1.	2.	
8,69	9,69	Fluor,
56,61	54,50	Magnesia,
2,25	6,75	Eisenoxydul,
33,10	33,19	Kieselsäure,
100,75	104,13,	

mit der Bemerkung, dass die 6,75 Proc. Eisenoxydul zum Theil Schwefeleisen sind, welches die Färbung bedingt.

Berechnen wir auch hier, wie oben, den Sauerstoff, welcher durch Fluor ersetzt wird, so erhalten wir

3,66	4,08,

nach dessen Abzug von obigen Summen

97,09	100,05	Procent bleiben.

Berechnen wir auch ferner, wie vorhin das Fluor an Magnesium gebunden, so erhalten wir:

1.	2.	
8,69	9,69	Fluor,
5,49	6,12	Magnesium,
47,46	44,30	Magnesia,
2,35	6,75	Eisenoxydul,
33,10	33,19	Kieselsäure,
97,09	100,05,	

und aus den gegebenen Analysen

45,7	51,0	F
141,5 / 3,3 } 144,8	136,2 / 9,4 } 145,6	MgO / FeO } RO
55,2	55,3	SiO_2

oder auf 4 SiO_2 umgerechnet

3,31	3,69
10,49	10,53
4,00	4,00.

Von den Analysen des sogenannten Humit, welche C. Rammelsberg gab, können wir hier nur die des ersten und dritten Typus zur Vergleichung heranziehen, weil bei der Analyse des zweiten Typus Thonerde und Kalkerde gefunden wurden, welche auf nicht ganz reine Substanz schliessen lassen. Er fand in

I.	III a.	III b.	
3,47	2,33	2,90	Fluor.
60,08	57,78	56,69	Magnesia.
2,40	1,57	1,49	Eisenoxydul.
34,80	37,23	36,11	Kieselsäure.
100,75	98,91	97,19.	

Berechnet man, wie vorher, so ergeben diese Analysen

3,47	2,33	2,90	Fluor,
2,19	1,47	1,83	Magnesium,
56,43	55,33	53,64	Magnesia,
2,40	1,57	1,49	Eisenoxydul,
34,80	37,23	36,11	Kieselsäure.
99,29	97,93	95,97,	

wonach der dritte Typus ein erhebliches Deficit ergibt. Die weitere Berechnung der gegebenen Analysen führt zu:

18.3	12,3	15,3	F
150,2 / 3,3 } 153,5	144,4 / 2,2 } 146,6	141,7 / 2,1 } 143,8	MgO / FeO } RO
58,0	62,0	60,2	SiO_2

oder auf 4 SiO_2 umgerechnet zu

1,26	0,80	1,02	F
10,58	9,46	9,55	RO
4,00	4,00	4,00	SiO_2.

Nehmen wir aus den beiden Analysen des dritten Typus das Mittel, so ergibt dieses 0,91 F, 9,50 RO, 4 SiO_2, sowie aus denen von Pargas, welches 3,50 F, 10,51 RO, 4 SiO_2 ergibt und stellen wir nun die Reihe zusammen:

Pargas	3,50 F	10,51 RO	4 SiO_2
Nordamerika	2,87 „	10,30 „	4 „
Humit I.	1,26 „	10,58 „	4 „
Humit III.	0,91 „	9,50 „	4 „

so ersieht man wohl ein annähernd gleiches Verhältniss zwischen SiO_2 und RO, welches man durch 5 RO . 2 SiO_2 oder mit Rammelsberg durch 8 RO . 3 SiO_2 ausdrücken könnte, aber man wird dabei doch zugeben müssen, dass man bei den Analysen eines Minerals, welches nur wenige Bestandtheile enthält, nicht geringere Ansprüche machen darf, als bei anderen, und wenn die Mehrzahl der Analysen Verluste bis zu 4 Procent hinauf aufweist, so muss man eine Erneuerung der Analysen für nothwendig erachten. Diese Nothwendigkeit darzulegen war der Zweck meiner Berechnung. Dass ich hierbei nicht auf diejenigen Analysen eingehen konnte, welche noch andere Bestandtheile ergaben, ist selbstverständlich, weil das dazu dienende Material weniger rein gewesen ist.

Der jetzige Standpunkt unserer Kenntnisse über die Schwere.

Von

Alb. Mousson.

---

1. Unterscheidung zweier Schwerkräfte.

Die Geschichte der Physik bietet einzelne Beispiele dar, dass eine Erscheinung zu der Zeit, da man sich speciell mit ihr beschäftigte, vollkommen

klar und durchsichtig vorlag, später aber, eben weil man sie als erschöpft betrachtete, wieder in eine gewisse Unsicherheit zurücksank. So ist es auch mit der wichtigsten und bekanntesten aller Naturkräfte, der Schwere, ergangen. Zu der Zeit der Versuche von Benzenberg[1]), da Laplace[2]), Gauss[3]) und Olbers[4]) die Theorie des Falles der Körper auf der drehenden Erdkugel aufstellten, war darüber kein Zweifel, dass in den beiden wichtigsten und bekanntesten Erscheinungen der Schwere, in der Fall- und der Pendelbewegung, die Kraft mit einem verschiedenen Werthe eingehe, so dass man eine Fallschwere und eine Pendelschwere unterscheiden müsse. Später, da von diesen beiden Erscheinungen nur die eine, die Pendelbewegung, sich einer scharfen Bestimmung fähig erwies, während die andere, bis auf die neueste Zeit, wegen der Ungenauigkeit der Zeitmessungen, nur einer sehr wenig scharfen, wurde jene ausschliesslich zur Bestimmung der Schwerenbeschleunigung benutzt und der so gefundene Werth, uneingedenk des wesentlichen Unterschiedes beider, in die Fall- und alle andern Schwerenerscheinungen eingeführt. Ich wüsste kein einziges neueres physikalisches Werk, in welchem auf die keineswegs unerhebliche Abweichung der Pendel- und Fallschwere, die wir G und g nennen wollen, nach Stärke und Richtung gebührend Nachdruck gelegt würde.

---

[1]) Benzenberg, Versuche über die Umdrehung der Erde. Dortmund 1804.

[2]) Bull. de la Soc. philomat. Prairial. au XI. — Benzenberg, a. a. O. p. 388.

[3]) Benzenberg, a. a. O. p. 363.

[4]) Benzenberg, a. a. O. p. 372.

Der Unterschied der beiden Schweren G und g hat darin seinen Grund, dass die Pendelschwere G, wie sie bei allen mit der Erde verbundenen Körpern sich offenbart, eine Resultirende aus der Fliehkraft und der wahren Erdanziehung des Beobachtungsortes ist, während die Fallschwere g, da der fallende Stein mit der Erde nicht zusammenhängt, die reine Erdanziehung darstellt, die sich beim Fall allerdings mit einer von der Rotation herrührenden Anfangsgeschwindigkeit combinirt. Alle genauen Beobachtungen über die Schwere sind Pendelbeobachtungen und geben einzig den Werth und die Veränderungen von G; die wenigen Bestimmungen von g stammen dagegen aus einer ältern Zeit, und genügen meist den Anforderungen der heutigen Wissenschaft nicht. G allerdings ist die Kraft, welche für uns Erdbewohner die Hauptrolle spielt. Ihre Richtung bestimmt für jeden Ort die nach dem Zenith gehende Verticale und senkrecht dazu die Horizontale des Wasserspiegels; nach ihr also werden unsere sämmtlichen astronomischen und geodätischen Instrumente eingestellt, ihren Winkel mit der Aequatorebene heissen wir die geographische Breite, ihre Veränderungen, an der Erdoberfläche gemessen, führen auf die Gestalt und Grösse des Erdkörpers u. s. f. Allein in einer andern Reihe von Erscheinungen, bei der Fall- und Wurfbewegung, bei den cosmischen Wirkungen der Erde auf den Mond, die Planeten und die Sonne ist es nicht mehr G, sondern der von der Rotation unabhängige Werth von g, welcher zur Geltung gelangt und der also, was meist unbeachtet geblieben, in die Rechnungen eingeführt werden muss. Es wäre

wohl eine der neuern Wissenschaft würdige Aufgabe, mit den vollkommenen Hülfsmitteln des heutigen Tages selbstständige und direkte Bestimmungen von g auszuführen, statt dass alle bisherigen Bestimmungen indirekte sind, das heisst von andern mit Unsicherheiten behafteten Grössen, namentlich von der Gestalt und Masse der Erde, abhängen. — Wir begnügen uns hier, den Standpunkt genau festzustellen, auf den unsere Kenntnisse von G und g gegenwärtig gelangt sind.

2. Richtung der Pendelschwere.

Unsere Kenntnisse über die Veränderungen von G an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche beziehen sich theils auf die Richtung, theils auf die Stärke der Kraft und beruhen auf zwei Reihen verschiedenartiger Beobachtungen.

Wie schon angedeutet fallen die Untersuchungen über die Richtung der Schwere an verschiedenen Orten mit denen über die Gestalt und Grösse des Erdkörpers zusammen, denn in jedem Punkte muss die Wasserfläche des letztern zu der Schwere G senkrecht stehen, daher die eine ihre Lage so ändert, wie die Richtung der andern es vorschreibt. Von der Kugelgestalt abgehend, bietet das elliptische Rotationssphäroid die erste Annäherung an die Wahrheit und wird einstweilen allen einfachen Rechnungen zu Grunde gelegt. Doch beweisen die bedeutenden Abweichungen, welche die Combination der verschiedenen Gradmessungen zur Bestimmung mung der Abplattung ergeben, dass, selbst abgesehen von beschränkten Localeinflüssen, die wirkliche Gestalt nicht unerheblich von jener theoretisch ein-

fachen Form abweicht. Daraus erklären sich unter andern die neuern Versuche von Schubert[1]) und Ritter[2]), durch Annahme anderer, der Rechnung jedoch zugänglicher Formen zu einer zweiten Annäherung zu gelangen. Der erste dieser Gelehrten hielt sich, statt an ein Rotationssphäroid, an ein dreiaxiges Ellipsoid und bestimmte in der That den passendsten Werth der drei Axen, wobei die Abweichungen aus den verschiedenen Gradmessungen bedeutend kleiner ausfielen, als bei der frühern Annahme, Ritter dagegen blieb bei einer Rotationsgestalt, als der aus physikalischen Gründen wahrscheinlichsten, wählte dagegen statt einer Ellipse diejenige Curve, auf welche Legendre[3]) durch theoretische Untersuchungen über die Gestalt einer drehenden Flüssigkeitsmasse gekommen war, — eine Form, die keineswegs als die einzige Gleichgewichtsform zu betrachten ist, wohl aber die als einzige, die unmittelbar aus einer allerseits symmetrischen Kugel sich entwickeln kann. Während hiernach der eine den Grund der Abweichungen in einer verschiedenen Gestalt der verschiedenen Meridiane, alle elliptisch angenommen, sucht, findet sie der andere, mit nicht geringerem Erfolge, in der nicht elliptischen Gestalt der sämmtlich gleichen Meridiane.

Bis neue Daten hinzugekommen, welche ohne Zweifel von der in Ausführung stehenden grossen

---

[1]) Mém. de l'Acad. de St-Petersbourg, 1859, VIIe série, I. p. 32.

[2]) Mém. de la Soc. phys. de Genève. 1e Mém. 1860, XV, p. 462. — 2e Mém. 1861, XVI, p. 194.

[3]) Mém. de l'Acad. des sciences de Paris, 1789, p. 395—420.

europäischen Gradmessung zu erwarten sind, ist die heutige Wissenschaft nicht im Stande, über jene beiden Hypothesen und andere möglichen endgültig zu entscheiden und es bleibt einstweilen nichts übrig, als sich an dasjenige Rotationsellipsoid zu halten welches nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit den sämmtlichen Gradmessungen am nächsten kommt. Wir begnügen uns, hier einige der Bestimmungen anzuführen, denen von der einen oder andern Seite am meisten Vertrauen geschenkt wird. Die seit den ersten französischen Gradmessungen stets in Toisen ausgedrückten Grössen sind nach dem Verhältnisse 1 Toise = 1,949036591 Meter in das in der Physik jetzt gültige Metermaass umgewandelt worden. A ist die Rotationsaxe, B der Aequatorradius.[1])

1829	C. E. Schmidt[2])	A = 6355652,99 M.	B = 6376931,01 M.
1841	Bessel[3])	6356079,09	6377398,07
1853	Pouillet[4])	6356324	6376984
1861	Ritter[5])	6356701,34	6378590,85
1869	Matthieu[6])	6356558	6378233.

Die Mittelzahl der Bestimmungen von Bessel, welche in Deutschland als die zuverlässigsten ange-

---

[1]) Die Jahreszahl bezieht sich nicht auf das erste Erscheinen der bezüglichen Daten, sondern auf die Zeit, da der Verfasser zuletzt noch daran festhielt.

[2]) Lehrbuch der math. und phys. Geographie, 1829, 1, p. 202
A = 3260920,3, B = 3271837,5 To.

[3]) Astron. Nachr. 1837, Nr. 333, p. 344. — 1841, Nr. 438, p. 216
A = 3261139,33, B = 3272077,14 To.

[4]) Traité de Phys., 6e éd., p. 82.

[5]) A. a. O., p. 194
A = 3261459,21, B = 3272689,12 To.

[6]) Ann. du bureau des Longit., 1869, p. 72.

sehen werden, ist 6366738,97, doch ist es angemessener, wenn es sich um Erscheinungen handelt, in welche die Erde als Ganzes eintritt, denjenigen Radius als mittlern zu betrachten, der einer Kugel von gleichem Volumen wie das Sphäroid zugehört. Dieser mittlere Radius wäre sodann:

$$R = (A B^2)^{1/3} = 6370258{,}47 \text{ Met.}$$

Bezeichnet man mit φ den Winkel der Normale eines Ortes a mit der Rotationsaxe A, d. h. die Zenithdistanz des Poles oder die Ergänzung der geographischen Breite, und mit φ' den entsprechenden Winkel des nach a gezogenen Radius r, so sind

$$r \cos \varphi', \qquad r \sin \varphi'$$

die Coordinaten von a parallel A und dem entsprechenden Radius B. Die Gleichung der Sphäroidalellipse wird sein

$$\frac{r^2 \cos^2 \varphi'}{A^2} + \frac{r^2 \sin^2 \varphi'}{B^2} = 1. \tag{1}$$

Daraus folgt, wenn die geographische Breite, somit φ, gegeben ist und man zur Abkürzung

$$k = \frac{B^2}{A^2} = 1{,}0067192$$

schreibt, der geocentrische Winkel

$$\operatorname{tg} \varphi' = k \operatorname{tg} \varphi = 1{,}0067192 \,.\, \operatorname{tg} \varphi \tag{2}$$

und der Radius

$$r = A \frac{\sqrt{(\cos^2 \varphi + k^2 \sin^2 \varphi)}}{\sqrt{(\cos^2 \varphi + k \sin^2 \varphi)}}$$

$$= 6356079{,}88 \,.\, \frac{\sqrt{(\cos^2 \varphi + 1{,}0134836 \sin^2 \varphi)}}{\sqrt{(\cos^2 \varphi + 1{,}0067192 \sin^2 \varphi)}}. \tag{3}$$

Der Radius des von a beschriebenen Kreises wird sein

$$r' = r \sin\varphi' = A \frac{k \sin\varphi}{\sqrt{(\cos^2\varphi + k \sin^2\varphi)}}$$

$$= 6356079{,}88 \,.\, \frac{1{,}0067192 \sin\varphi}{\sqrt{(\cos^2\varphi + 1{,}0067192 \sin^2\varphi)}}. \qquad (4)$$

Für $\varphi = 45^\circ$ z. B. werden die drei Grössen

$$\operatorname{tg}\varphi' = 1{,}0067192, \quad \varphi = 45^\circ\ 11'\ 30'',6$$
$$r = 6367046{,}3 \text{ M.}$$
$$r' = 4517044{,}7 \text{ M.}$$

3. Stärke der Pendelschwere.

Die direkte Bestimmung der Stärke von G oder der Beschleunigung der Schwere beruht ausschliesslich auf Pendelbeobachtungen, nämlich auf Bestimmung der Länge des Sekundenpendels an verschiedenen Orten, deren geographische Breite bekannt ist, unter Zurückführung auf unendlich kleine Schwinggungen, auf das Niveau des Meeres und auf das Vacuum. Man hat dann, wenn L die Länge des Sekundenpendels bezeichnet,

$$G = \pi^2 . L.$$

Die Änderungen von L und G, wie die Beobachtung sie liefert, zeigen wiederum Abweichungen, welche theils auf Lokalanziehungen hindeuten, theils von allgemeinern Ungleichheiten in der Massenvertheilung des Erdinnern herrühren müssen. Als erste Annäherung hält man sich auch hier an ein von der Theorie angegebenes einfaches Gesetz von etwa gleicher Ordnung der Genauigkeit, wie die Annahme der elliptisch-sphäroidalen Gestalt der Erde, nämlich an das Gesetz

$$G = G_{90} + a \cos^2\varphi,$$

welchem man auch die Gestalt

$$G = G_{90}(1 + \alpha \cos^2\varphi) \text{ oder } G = G_{45}(1 + \beta \cos 2\varphi)$$

gegeben hat, wo G_{90} und G_{45} die Werthe am Aequator, für $\varphi = 90°$, und bei $\varphi = 45$ bezeichnen, a, α, β aber Zahlcoëfficienten sind. Diese Grössen bestimmen sich aus den Bedingungen

$$\alpha = \frac{a}{G_{90}}; \quad G_{45} = G_{90} + \frac{a}{2} = G_{90}\left(1 + \frac{\alpha}{2}\right);$$

$$\beta = \frac{a}{2\,G_{90} + a} = \frac{\alpha}{2 + \alpha}. \qquad (6)$$

In wie weit die Physiker über die genauen Werthe der beiden Constanten G_{45} und β, in dem dritten der obigen Ausdrücke, einig gehen, ersieht man aus der folgenden Zusammenstellung der wichtigsten selbstständig durchgeführten Rechnungsresultate, alle auf Meter reduzirt:

1816	Biot[1])	$G_{45} =$ 9,8088	$\beta =$ 0,002837
1825	Sabine[2])	9,805940	0,00258783

---

[1]) Traité de Phys. 1861, I, p. 390 u. 490. — Der Werth von β weicht von allen spätern Bestimmungen so sehr ab, dass man an einen Schreibfehler in dem ursprünglichen Rechnungsmanuscripte (0,002837 statt 0,0025871) glauben möchte. Später gelangte Biot selbst auf einen andern Werth. Dennoch beharrten mehrere französische Physiker, wie Régnault (Mém. de l'Acad. 1847, XXI, p. 150) und Jamin (Traité de Phys., 2e éd., 1858, I, p. 96) auf der ersten Bestimmung.

[2]) An account of experiments to determine the figure of the earth. — Sabine findet in engl. Zoll

$$L = 39{,}01520 + 0{,}20245 \cos^2\varphi,$$

was für 1 engl. Zoll = 0,02539954 Met. die übrigen Werthe liefert. Bessel (Untersuchungen über die Länge des einf. Sekunden-

1829	C. Schmidt[1])	$G_{45} = 9{,}805902$	$\beta = 0{,}00259350$
1833	Poisson[2])	9,80557	0,002588
1836	Muncke[3])	9,805792	0,00260434
1844	Biot[4])	9,806227	0,00254735
1853	Pouillet[5])	9,806057	0,00255237

Lässt man die Zahlen von Biot ausser Betracht, weil sie Mittel- und nicht wahrscheinliche Werthe sind, so weichen die Bestimmungen von G nur um 3 Einheiten von der 4. Dezimale, die von β um 5 der 5. Dezimale ab. Der Grund dieser auffallenden Uebereinstimmung liegt übrigens darin, dass bei den verschiedenen Berechnungen grossentheils die nämlichen Beobachtungen in Berücksichtigung kamen, denen nur wenige neue beigefügt wurden.

---

pendels, 1826, p. 62) schreibt Sabine's Formel in par. Linien

$$L = 439{,}2975 + 2{,}28174 \cos^2\varphi,$$

was für 1 par. Lin. = 0,00225583 Met. die fast gleichen Werthe gibt $G_{45} = 9{,}80598$, $\beta = 0{,}0025903$.

[1]) Lehrb. d. math. und phys. Geographie, 1829, I, p. 381. In engl. Zoll $L = 39{,}015233 + 0{,}202898 \cos^2\varphi$.

[2]) Traité de Mécan., 2[e] éd., 1833, I, p. 367.

[3]) Gehler's physik. Wörterbuch, Ed. 2, 1836, VIII, p. 613. In Millim. $L = 993{,}534239\,(1 + 0{,}00260434 \cos^2\varphi)$.

[4]) Astronomie phys., éd. 2, 1844, II, p. 487. — Biot ermittelt direkt die Werthe

$$L_{90} = 991{,}02705; \quad L_{45} = 993{,}520351; \quad L_{0} = 996{,}188963,$$

welche mit dem einfachen Gesetze nicht stimmen. Die obigen Zahlen sind die Mittelwerthe

$$G_{45} = \frac{\pi^2}{3}(L_{90} + L_{45} + L_{0}) \text{ und } \beta = \frac{\pi^2}{4}(L_{0} - L_{90}).$$

[5]) Traité de Phys., 1853, éd. 6, I, p. 86. In Metern $L = 0{,}99102557 + 0{,}00507188 \cos^2\varphi$.

Was die Form des obigen Gesetzes der Schwereänderung mit der geogr. Breite betrifft, so drückt sie die erste Annäherung aus, auf welche man durch Annahme eines elliptischen Rotationssphäroides, dessen Theilchen sich dem Newton'schen Gravitationsgesetze gemäss anziehen und in ihrer Dichte sich hydrostatisch nach ähnlichen Niveauflächen ordnen, geführt wird. Dem bekannten Clairant'schen Satze[1]) zufolge lässt sich der Coëfficient α theoretisch berechnen 1) aus dem Verhältniss γ der Fliehkraft F_{90} zur Schwere G_{90} unter dem Aequator und 2) aus der Abplattung ε. Man hat nämlich

$$\alpha = \frac{5}{2}\gamma - \varepsilon,$$

die Fliehkraft F_{90} aber ist

$$F_{90} = \frac{4\pi^2 B}{T^2}, \text{ so dass } \alpha = \frac{4\pi^2 B}{T^2 G_{90}} = \frac{4 B}{T^2 L_{90}}, \qquad (7)$$

wenn $T = 86164{,}09$ die Länge des Sterntages in Sekunden mittlere Zeit bezeichnet.

Wendet man diese Formeln auf das System von Werthen, welche Schmidt[2]) und Pouillet für das Erdsphäroid und für die Schwere annehmen, so erhält man

C. Schmidt	$\alpha = 0{,}003466990$,	$\varepsilon = 0{,}003336718$,	$\beta = 0{,}002658320$,
Pouillet	$0{,}003466872$,	$0{,}003239776$,	$0{,}002706856$,

zwei Werthe, welche den experimentell ermittelten Coëfficienten bedeutend übersteigen. Es ist diess ein anderer Ausdruck der länger bekannten Thatsache,

[1]) Théorie de la figure de la terre. Paris 1743.

[2]) C. Schmidt, a. a. O. und p. 197 und 381.

dass die Abplattung der Erde, aus den Pendelbeobachtungen berechnet, bedeutend grösser ausfällt, als aus den Gradmessungen bestimmt. C. Schmidt[1]) z. B. findet die erste gleich $\frac{1}{288,20}$, die zweite gleich $\frac{1}{299,15}$. Die Abweichung beweist jedenfalls, dass jene beiden Voraussetzungen der elliptisch-sphäroidalen Gestalt und der Dichtenvertheilung nach ähnlichen Niveauschichten nicht ganz naturgemäss sein können.

4. Bestimmung der Fallschwere.

Die Pendelschwere G bekannt angenommen, berechnet sich die Fallschwere g wie folgt. In einem Punkte a (Fig. 1) der Erdoberfläche sei ab die bekannte Richtung der Pendelschwere oder der Verticalen; ac die Richtung der Fallschwere g, welche zwischen G und dem Radius aC $= r$ hineinfällt und mit der Drehaxe A den Winkel ψ bildet. G ist die Resultirende aus der Anziehung g und der Fliehkraft f; daher hat man die beiden Gleichungen

$$g \cos \psi = G \cos \varphi \qquad (8)$$
$$g \sin \psi = G \sin \varphi + f,$$

woraus sich bestimmt

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{G \sin \varphi + f}{G \cos \varphi} = \operatorname{tg} \varphi + \frac{f}{G \cos \varphi} \qquad (9)$$

und für die Stärke der Kraft

$$g = (G^2 + 2fG \sin \varphi + f^2)^{1/2}$$
$$= G\left(1 + \frac{f}{G} \sin \varphi + \frac{1}{2} \frac{f^2}{G^2} \cos^2 \varphi + \ldots\right) \qquad (10)$$

Will man den Winkel $\psi - \varphi = \alpha$ zwischen den beiden Richtungen g und G in Betracht ziehen, so

---

[1]) C. Schmidt a. a. O., p. 197 und 381.

geben vorerst die beiden Gleichungen durch successive Multiplikation mit sin φ und cos φ und Addition die Werthe von g sin α und g cos α, woraus

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{f \cos \varphi}{G + f \sin \varphi}, \tag{11}$$

dann ferner

$$g = G \cos \alpha + f \sin (\varphi + \alpha). \tag{12}$$

In diesen Gleichungen haben f und G die mit φ veränderlichen Werthe

$$f = \frac{4 \pi^2 r'}{T^2} = \frac{4 \pi^2 A}{T^2} \frac{k \sin \varphi}{\sqrt{(\cos^2 \varphi + k \sin^2 \varphi)}} \tag{13}$$

und

$$G = G_{45} (1 + \beta \cos 2 \varphi).$$

Am Pole, wo $\varphi = o$, $f = o$, erhält man, wie es sein soll

$$\psi = o,\ g = G_0.$$

Am Aequator, wo $\varphi = 90$, $f = F_{90}$, $G = G_{90}$,

$$\psi = 90,\ g = G_{90} - F_{90}.$$

Denkt man sich statt des Sphäroides eine Kugel, so dass $A = B = R$, $k = 1$, so erhält man

$$f = F_{90} \sin \varphi,$$

so dass

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_{90} \sin \varphi \cos \varphi}{G + F_{90} \sin^2 \varphi}. \tag{14}$$

Die Richtungsabweichung erreicht angenähert ihr Maximum für $\varphi = 45°$, also im mittlern Europa. Berechnet man für diesen Werth, Richtung und Stärke der Fallschwere, so erhält man nach den Bestimmungen von C. Schmidt

$$G = G_{45} = 6{,}805902 \text{ M},$$

$$f_{45} = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{kA}{\sqrt{(1+k)}} = 0{,}02401936 \text{ M.}$$

Daraus dann

$$\text{tg } \psi = 1 + \sqrt{2} \frac{f_{45}}{G_{45}} = 1{,}00346408$$

oder $\psi = 45^\circ\ 5'\ 56'',6.$

Ferner

$$g_{45} = \frac{G_{45} \cos \varphi}{\cos \psi} = 9{,}8239245 \text{ M.}$$

Aus diesen Werthen ergeben sich die Abweichungen

$$\alpha = \psi - \varphi = 0^\circ\ 5'\ 56'',6$$
$$g_{45} - G_{45} = 0{,}018022 \text{ M.}$$

Die Fallschwere weicht nun nahe 6′ von der Pendelschwere nach Norden ab, und ihre Beschleunigung übertrifft diejenige der letztern nahe um 18 Mm. — Unterschiede, welche keineswegs als unerheblich betrachtet werden können.

Erhebt man sich auf der Vertikalen ab um eine Grösse h über der Wasserfläche, so ändern sowohl f als G und damit auch ψ und g.

Da $r' = r \sin \varphi'$ zu $r' + h \sin \varphi$ wird, so wird f zu

$$f_1 = \frac{4\pi^2}{T^2}(r \sin \varphi' + h \sin \varphi).$$

Die Zunahme ist

$$\delta f = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot h \sin \varphi. \tag{15}$$

g wird zu g_1 oder wenn man den mittlern Radius R in erster Annäherung als Entfernung des Mittelpunktes der Anziehung (auf der Richtung von g) annimmt,

$$g_1 = g \frac{R^2}{(R + \frac{h}{\cos \alpha})^2} = g \left(1 - \frac{2h}{R \cos \alpha}\right),$$

so dass

$$\delta g = - \frac{2gh}{R \cos \alpha}. \qquad (16)$$

Die aus (8) sich ergebende Beziehung

$$\sin (\psi - \varphi) = \frac{f \cos \varphi}{g}$$

führt auf

$$\delta \psi = \frac{\cos \varphi}{g \cos \alpha} (\delta f - \frac{f}{g} \delta g) \qquad (17)$$

oder eingeführt auf

$$\delta \psi = \frac{h \cos \varphi}{g \cos \alpha} \left(\frac{4 \pi^2 \sin \varphi}{T^2} + \frac{2f}{R \cos \alpha}\right). \qquad (18)$$

Da der Ausdruck in seinen beiden Gliedern positiv ist, so weicht durch Erhebung von der Erde die Fallschwere mehr und mehr nach Norden von den Vertikalen ab. Im Grunde ist es die Vertikale, die ihre Richtung entgegengesetzt verändert, indem die Resultirende aus der vergrösserten Fliehkraft und verminderten Fallschwere, sich von letzteren entfernt, mit andern Worten einem mehr abgeplatteten Wassersphäroid zugehört.

Für die Breite $\varphi = 45°$ hat man zu setzen $g = 9{,}8239245$ M, $f = 0{,}02401936$ M, $\alpha = 5' 56'',6$, woraus, wenn $R = 6370258{,}47$ M. angenommen wird, auf eine Höhe $h = 100$ M., die beiden Glieder zu 0,0000000429 und 0,0000000544 sich berechnen, so dass $\delta \psi = 0{,}0000000973$ oder $0'',02$ eine der Beobachtung entgehende Grösse.

Was die Aenderung der Pendelschwere betrifft, kann G aus (10) genähert geschrieben werden:

$$G = g - f \sin \varphi - \frac{1}{2} \frac{f^2}{g} \cos^2 \varphi,$$

folglich

$$\delta G = \left(1 + \frac{1}{2}\frac{f^2}{g^2}\cos^2\varphi\right)\delta g - \left(\sin\varphi + \frac{f}{g}\cos^2\varphi\right)\delta f,$$

oder nach Einsetzen der Werthe von δg, δf

$$\delta G = -\frac{2gh}{R\cos\alpha}\left(1 + \frac{1}{2}\frac{f^2}{g^2}\cos^2\varphi\right) - \frac{4\pi^2 h \sin\varphi}{T^2}\left(\sin\varphi + \frac{f}{g}\cos^2\varphi\right). \qquad (19)$$

Beide Glieder vermindern die Pendelschwere G der Höhe proportional und geben für $\varphi = 45°$ und $h = 100$ M. 0,00030836 und 0,00000027, zusammen

$$\delta G = -0{,}00030863 \text{ Mm.}$$

Auf 100 M. ändert sich die aus den Pendelschwingungen bestimmte Kraft um 0,3 Mm.

5. Der Fall bei variabler Schwere.

Da der Fall unter dem Einfluss der Kraft g, d. h. der einfachen Erdanziehung, vor sich geht, während das Loth die Richtung G am Fusspunkte der Vertikalen angibt, so weicht der Fall von den Vertikalen ab und trifft den Boden nicht an diesem Fusspunkte.

Der von a′ (Fig. 2) aus der Höhe h fallende Körper hat eine Bewegung, zusammengesetzt aus der Anfangsgeschwindigkeit des obern Punktes a′, gerichtet nach den Tangenten a′ c' und aus der beschleunigten Bewegung, welche g hervorbringt und die der Richtung g folgt. Während das Loth oder die Vertikale in a, auf welcher a′ liegt, einen Conus um die Axe A beschreibt, der zur Linie G gehört, bewegt sich der fallende Körper in einer Ebene, welche in a′ den zu g gehörenden, etwas stumpfern Conus tangirt. Es folgt daraus, dass Abweichungen sowohl

im Sinne der Rotation, d. h. der Breitenkreise, als im Sinne des Meridians entstehen können, wobei sich einzig fragt, ob diese Abweichungen gross genug sind, um wahrgenommen zu werden.

Bei dieser Untersuchung muss man sich bescheiden, um allzu verwickelte Ausdrücke zu vermeiden, die Erde als Kugel zu betrachten, wobei wir als Radius R den früher bestimmten Radius einer Kugel von gleichem Volumen annehmen. g ist dann gegen den Mittelpunkt C und normal zur Oberfläche gerichtet, mit der Axe AC den Winkel $\psi = \varphi'$ bildend; G dagegen steht nicht mehr senkrecht zur Oberfläche, sondern weicht von der Normalen nach Süden ab. Die Fallebene wird hiernach zur Ebene eines grössten Kreises, die durch a'C senkrecht zur Meridianebene Aa''C gelegt wird. Der fallende Körper wird die Erde in einem Punkte b'' erreichen. Die erste Frage wird sein, inwiefern die Lage dieses Punktes b'' durch die Veränderlichkeit der Schwere g, nach Stärke und Richtung während des Falles, verändert wird, wobei wir den besondern Fall wo $\psi = 45°$ und $h = 100$ M. in der Berechnung durchführen wollen.

Der Körper, anfangs in der Höhe h oder in der Centralentfernung $R + h$, beginnt seine Bewegung mit der Rotationsgeschwindigkeit U des Punktes a' oder mit

$$U = \frac{2\pi (R + h) \sin \psi}{T} \tag{20}$$

Während des Falles ändert sich die Schwere g hinsichtlich der Richtung und Stärke; will man beide Aenderungen in Betracht ziehen, so heisst das so

viel als die Bewegung bestimmen, welche ein freier Körper unter Einfluss der Newton'schen Centralkraft annimmt und den Ort suchen, wo dieselbe die Erdoberfläche schneidet.

Der Körper (Fig. 3), anfänglich in der Entfernung a C $= R + h$, erhalte die Tangentialgeschwindigkeit U. Nach einer Zeit z befinde er sich in b, in der Centralentfernung b c $= R + g$, um den Winkel φ geändert. Der Abkürzung willen schreibe man für $R + h$ und $R + y$ einfach h und y. Die ersten Integrale der beiden Bewegungsgleichungen sind, nach Poisson[1]), wenn die Anziehung durch $g \frac{R^2}{y^2}$ ausgedrückt wird, wo g die Schwere an der Erde bezeichnet

$$y^2 \frac{d\varphi}{dz} = c,$$

$$\left(\frac{dy}{dz}\right)^2 + y^2 \left(\frac{d\varphi}{dz}\right)^2 = b + 2g \frac{R^2}{y}.$$

Die Constanten c, b bestimmen sich aus der Bedingung $z = o$, $y = h$, $\varphi = o$, $\frac{dy}{dz} = o$, $\frac{d\varphi}{dz} = \frac{U}{h}$ und haben die Werthe

$$c = Uh, \; b = U^2 - 2g \frac{R^2}{h},$$

so dass die beiden Gleichungen sein werden

$$y^2 \left(\frac{d\varphi}{dz}\right) = hU,$$

$$\left(\frac{dy}{dz}\right)^2 + y^2 \left(\frac{d\varphi}{dz}\right)^2 = U^2 + 2gR^2 \left(\frac{1}{y} - \frac{1}{h}\right) \quad (20)$$

Man eliminire nun zuerst z, um die Curvengleichung zwischen y und φ zu erhalten, deren Durchschnittspunkt d mit der Erde die Fallweite cd liefert.

---

[1]) Poisson Méc. 2. Ed. I, p. 446 et 453.

Aus der ersten Gleichung folgt

$$dz^2 = \frac{y^4}{h^2 U^2} \cdot d\varphi^2,$$

was die zweite umwandelt in

$$dy^2 = \left\{ \left[U^2 + 2gR^2 \left(\frac{1}{y} - \frac{1}{h} \right) \right] \frac{y^4}{U^2 h^2} - y^2 \right\} d\varphi^2$$

oder nach Division mit y^4 und Multiplikation mit $U^2 h^2$ in

$$d\varphi^2 = \frac{U^2 h^2 \left(\frac{dy}{y^2} \right)^2}{U^2 + 2g R^2 \left(\frac{1}{y} - \frac{1}{h} \right) - U^2 h^2 \cdot \frac{1}{y^2}}.$$

Schreibt man $\varrho = \frac{1}{y}$, $d\varrho = -\frac{dy}{y^2}$, so wird sie

$$d\varphi = -\frac{U h \, d\varrho}{\sqrt{\left(U^2 - 2g \frac{R^2}{h} + 2g R^2 \varrho - U^2 h^2 \varrho^2\right)}} \qquad (21)$$

ein Ausdruck, der die Form hat

$$d\varphi = -\frac{\sqrt{a} \cdot d\varrho}{\sqrt{(-c + b\varrho - a\varrho^2)}},$$

wenn man die positiven Grössen

$$a = U^2 h^2, \quad b = 2gR^2, \quad c = 2g \frac{R^2}{h} - U^2$$

einführt.

Diese Gleichung integrirt sich durch $\varrho = s + \frac{b}{2a}$,

denn $d\varrho = ds$, $b\varrho - a\varrho^2 = -as^2 + \frac{b^2}{4a}$,

und wird

$$d\varphi = -\frac{\sqrt{a} \cdot ds}{\sqrt{\left(-c + \frac{b^2}{4a} - as^2\right)}},$$

welche gibt

$$\varphi = \omega - arc \left(\sin = \frac{2as}{\sqrt{(b^2 - 4ac)}} \right), \qquad (22)$$

Beachtet man nun, dass

$$b^2 - 4ac = 2g\,(R^2 - \frac{U^2}{g} \,.\, h)^2,$$

führt wieder $s = \varrho - \frac{b}{2a}$ ein und dann $U^2 = 2gH$, wo H die zu U, bei constantem g, gehörende Fallhöhe ist, so wird

$$\varphi = \omega - \text{arc}\left(\sin = \frac{2Hh\frac{h}{y} - R^2}{R^2 - 2Hh}\right) \qquad (23)$$

ω bezeichnet die Constante der Integration. Da für $z = o$, sein muss $y = h$, $\varphi = o$, so ist $\omega = -\frac{\pi}{2}$. Für $y = R$ aber, entsprechend der Fallweite

$$X = R \,.\, \varphi$$

wird dagegen

$$\varphi = -\frac{\pi}{2} + \text{arc}\left(\sin = \frac{R^2 - 2Hh\frac{h}{R}}{R^2 - 2Hh}\right).$$

Schreibt man wieder für h den wahren Werth $R + h$, so erkennt man, dass der Sinusausdruck

$$\frac{R^3 - 2H(R+h)(R+h)}{R^3 - 2H(R+h)R}$$

die Form $1 - \gamma$ erhält, wo

$$\gamma = \frac{2Hh(R+h)}{R^3 - 2HR^2 - 2HhR}$$

eine sehr kleine Grösse ist, so lange H und h, wie es hier der Fall ist, neben R sehr klein bleiben. Der Winkel zur obigen Sinusgrösse wird sodann

$$\frac{\pi}{2} + \text{arc}\,(\sin = \sqrt{2\gamma}$$

so dass mit hinlänglicher Annäherung

$$\varphi = \sqrt{2\gamma}$$

oder nach Einführung von H im ersten Gliede

$$x = R\varphi = U\sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot \sqrt{\frac{1 + \frac{h}{R}}{1 - 2\frac{H}{R} - 2\frac{Hh}{R^2}}} \qquad (24)$$

Entwickelt man und vernachlässigt H^3, H^2h gegen R^3 und h^2 gegen R^2, so hat man

$$X' = U\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

als erste Annäherung, entsprechend einem unveränderlichen Werthe der Schwere. Dann folgt

$$X - X' = X'\left(\frac{H}{R} + \frac{1}{2}\frac{h}{R} + \frac{3}{2}\frac{H^2}{R^2} + \frac{3}{2}\frac{Hh}{R^2}\right) \quad (25)$$

als Correction für die Veränderlichkeit der Schwere. Für unsern speziellen Fall, $\psi = 45°$, $h = 100$ M., die Schwere $g = 9{,}8239245$ gesetzt, findet man

$$U = 328{,}4507 \text{ M.}, \qquad H = 5491{,}4838 \text{ M.},$$

daraus dann $\quad X' = 1482{,}09104$ M.

$$X - X' = 1{,}29095$$

folglich $\quad X = 1483{,}38199.$

Nun bestimme man zweitens die Dauer des Falles T, indem man aus den beiden ersten Integralen φ statt z eliminirt. Aus der ersten folgt

$$y\frac{d\varphi}{dz} = \frac{h}{y}U,$$

was die zweite umändert in

$$\left(\frac{dy}{dz}\right)^2 = -U^2\left(\frac{h^2}{y^2} - 1\right) + 2gR^2\left(\frac{1}{y} - \frac{1}{h}\right)$$

oder nach Multiplikation mit y^2, unter Einführung der frühern Hülfsgrössen a, b, c

$$a = U^2h^2, \quad b = 2gR^2, \quad c = 2g\frac{R^2}{h} - U^2$$

$$dz = -\frac{y\,dy}{\sqrt{(-a + by - cy^2)}}.$$

Zur Integration setze man $y = b - x$, die rechtseitige Grösse wird

$$\frac{(h - x)\,dx}{\sqrt{c}\cdot\sqrt{x\left(2h - \frac{b}{c} - x\right)}},$$

da im Nenner die Grösse

$$- a + b h - c h^2 = o$$

wegfällt. Man setze ferner

$$x \left(2 h - \frac{b}{c} - x\right) = s^2,$$

also

$$(h - x)\, d x = \frac{b}{2 c}\, d x + s\, d s,$$

so hat man zu integriren

$$\frac{1}{\sqrt{c}}\left[d s + \frac{b}{2 c}\, \frac{d x}{\sqrt{x \left(2 h - \frac{b}{c} - x\right)}}\right] = d z,$$

welche nach Wiedereinführung des Werthes von s gibt

$$z = \frac{1}{\sqrt{c}}\left[\sqrt{x \left(2h - \frac{b}{c} + 2\right)} + \frac{b}{c} \operatorname{arc}\left(\operatorname{tg} = \sqrt{\frac{x}{2h - \frac{b}{c} - x}}\right)\right] + \text{Const.}$$

da für $z = o$, $y = o$, $x = o$, so ist die Constante $= o$.

Die ganze Fallzeit entspricht $x = h - R$, sie sei Z, so hat man

$$Z = \frac{1}{\sqrt{c}}\left[\sqrt{(h - R)\left(R + h - \frac{b}{c}\right)} + \frac{b}{c} \operatorname{arc}\left(\operatorname{tg} = \sqrt{\frac{h - R}{R + h - \frac{b}{c}}}\right)\right] \quad (26)$$

Da $h - R$ gegen $h + R$ sehr klein ist, so kann man schreiben $\operatorname{arc} = \operatorname{tg} - \frac{1}{3} \operatorname{tg}^3$,

wodurch

$$Z = \sqrt{\frac{h - R}{(R + h) c - b}} \cdot \left[R + h - \frac{1}{3}\, \frac{b (h - R)}{(R + h) c - b}\right].$$

Führt man endlich für h wieder $R + h$ und für b und c die Werthe, so wird

$$\frac{h - R}{(R + h) c - b} \text{ zu } \frac{h (R + h)}{2 g \left[R^3 - H (R + h)(2 R + h)\right]}$$

oder wenn man bei den frühern Annäherungen stehen bleibt

$$\frac{h}{2 g R^2}\left(1 + 2 \frac{H}{R} + \frac{h}{R} + 4 \frac{H^2}{R^2} + 5 \frac{H h}{R^2}\right)$$

Das erste Glied im Ausdruck wird dadurch

$$\sqrt{\frac{2h}{g}}\left(1+\frac{H}{R}+\frac{h}{R}+\frac{3}{2}\frac{H^2}{R^2}+\frac{5}{2}\frac{Hh}{R}\right)$$

das zweite Glied

$$\sqrt{\frac{2h}{g}}\left(\frac{1}{6}\frac{h}{R}+\frac{1}{2}\frac{Hh}{R^2}\right)$$

so dass schliesslich

$$Z=\sqrt{\frac{2h}{g}}\cdot\left(1+\frac{H}{R}+\frac{5}{6}\frac{h}{R}+\frac{3}{2}\frac{H^2}{R^2}+2\frac{Hh}{R^2}\right)$$

Hier ist wieder

$$Z'=\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

die Fallzeit ohne Aenderung der Schwere und

$$Z-Z'=Z'\left(\frac{H}{R}+\frac{5}{6}\frac{h}{R}+\frac{3}{2}\frac{H^2}{R^2}+2\frac{Hh}{R^2}\right) \quad (28)$$

die Korrektion, deren sie für diese Veränderung bedarf.

In unserm Beispiele erhält man

$$Z' = 4{,}5120352 \text{ Sekunden},$$
$$Z-Z' = 0{,}0039538,$$

also die wahre Fallzeit

$$Z = 4{,}5159890 \text{ Sekunden}.$$

6. Die Abweichungen des Falles vom Lothe.

Nun vergleiche man den Ort b″, wo der fallende Körper hingelangt, mit demjenigen b, wohin der Fusspunkt a des Lothes in derselben Fallzeit Z durch die Drehung geführt wird. Dadurch bestimmen sich die wirklich statthabenden Abweichungen, sei es im Sinne des Meridians, sei es in dem der Breitenkreise.

Das Dreieck a″ A b″ ist ein sphärisches Dreieck von Bogen grösster Kreise gebildet und rechtwink-

licht in a′. Gegeben sind die Seite A a″, dem Winkel ψ entsprechend, und die Seite a″b″ $= X$, welchen ein Winkel x entspricht, dessen Bogen $\frac{X}{R}$ ist. Daraus folgt als Winkel ψ' des Meridianbogens A b″

$$\cos\psi' = \cos\psi \cos\chi.$$

Da x ein ungemein kleiner Winkel ist, so hat man

$$\sin(\psi' - \psi) = \frac{1}{2} \operatorname{cotg}\psi \sin^2\chi.$$

Die auf dem Meridian gemessene Abweichung des Punktes b″ vom Parallelkreise des Punktes a″ wird sehr nahe sein

$$R(\psi' - \psi) = \frac{1}{2} \operatorname{cotg}\psi \cdot \frac{X^2}{R},$$

oder berechnet für $\psi = 45°$, $h = 100$, $X = 1483{,}38199$

$$R(\psi' - \psi) = 0{,}1727105.$$

Andererseits ist der Fusspunkt des Lothes oder a von a″ entfernt um

$$h \operatorname{tg}\alpha = \frac{h f \cos\psi}{g - f \sin\psi}; \tag{29}$$

f aber hat in a″ den Werth

$$f = \frac{4\pi^2 R \sin\psi}{T^2},$$

oder im gegenwärtigen Fall $f = 0{,}02395241$ Met. und

$$h \operatorname{tg}\alpha = 0{,}1727025.$$

Die Abweichung des Punktes b″ den der fallende Körper erreicht, im Sinne des Meridians, von demjenigen b, wohin der Fusspunkt des Pendels gelangt, beträgt hiernach auf 100 Met. bei 45° mehr nicht als 0,0000080 Met., oder die verschwindende Grösse von 0,008 Mm.

Um die Abweichung im Sinne der Breitenkreise zu bestimmen, bemerke man vorerst, dass

der Fusspunkt a des Pendels, dessen Radius der Drehung $R \sin \psi + h \operatorname{tg} \alpha \cos \psi$ in der Zeit des Falles Z einen Bogen beschreibt, der

$$\mathrm{ab} = Z \frac{2\pi (R \sin \psi + h \operatorname{tg} \alpha \cos \psi)}{T} \tag{30}$$

ist und für unsern besondern Fall gibt

$$\mathrm{ab} = 1483{,}36652 \text{ Met.}$$

Der fallende Körper erreicht dagegen den Boden in dem Meridian von ψ oder nach einem aus dem sphärischen Dreieck a'' A b'' zu bestimmenden Winkel A. Man hat aber, wegen des rechten Winkels in a''

$$\operatorname{tg} A = \frac{\operatorname{tg} x}{\sin \psi} = \frac{X}{R \sin \psi}.$$

Der entsprechende Bogen auf dem Parallelkreise des Punktes a wird daher sein,

$$\mathrm{ab}_{,} = (R \sin \psi + h \operatorname{tg} \alpha \cos \psi) \frac{X}{R \sin \psi}$$

oder

$$\mathrm{ab}_{,} = X + h \operatorname{tg} \alpha \operatorname{cotg} \psi \cdot \frac{X}{R}, \tag{31}$$

was in unserm besondern Fall gibt

$$\mathrm{ab}_{,} = 1483{,}38199 + 0{,}00004 = 1483{,}38203.$$

Die Abweichung des Falles nach Osten wird die Differenz sein

$$\mathrm{ab}_{,} - \mathrm{ab} = 0{,}01551 \text{ Met.},$$

also auf 100 Meter Höhe 15,51 Millimeter.

Bekanntlich hat diess Fallen nach Osten, das schon von Newton angekündigt und später durch Versuche mehrfach nachgewiesen worden, lange als einziger direkter Beweis für die Rotation der Erde gegolten, bis seit Foucault's Pendelversuch[1]) (1850) eine ganze Zahl anderer auf die Inertie der Materie gegründeter neuer Beweise an's Licht trat.

---

[1]) Compte rendu 1850, XXXII, 135.

7. Der Luftwiderstand beim Fall.

Der Fall der Körper und daher die Fallweite werden wesentlich durch den Luftwiderstand modifizirt. Die Erfahrung lehrt, dass langsame Bewegungen von der Luft ein Hinderniss erleiden, das angenähert der ersten, schnellere hingegen ein solches, das der zweiten Potenz der Geschwindigkeit proportional ist. Abgesehen von den ersten Momenten der Bewegung wird beim freien Falle das zweite Gesetz zur Anwendung kommen. Beim schiefen Wurf einer fortgeschleuderten Kugel wirkt der Widerstand sowol auf den horizontalen als den vertikalen Theil der Bewegung und vermindert die Wurfweite in Folge beider Einflüsse. Man darf aber nicht ausser Acht lassen, dass es sich an der drehenden Erde etwas anders verhält. Zwar stellt die Rotationsgeschwindigkeit des obern Punktes oder U die Anfangsgeschwindigkeit eines horizontalen Wurfes dar, allein, da die Luft selbst mit der gleichen Geschwindigkeit rotirt, so hat der Körper horizontal keine relative Bewegung, erleidet daher kein Hinderniss von Seite der Luft, oder höchstens ein solches zweiter Ordnung, herrührend von der Ungleichheit der Rotationsgeschwindigkeit der höhern und tiefern Luftschichten. Die einzige Wirkung des Luftwiderstandes besteht somit in einer Verlängerung der vertikalen Fallzeit, die sich dann unverändert auf die Fallweite überträgt und dieselbe vergrössert.

Was nun den vertikalen Fall betrifft, hat bekanntermassen die Luft einen doppelten Einfluss: 1) einen

statischen, wodurch der wirksame Theil der Schwere von g, im Vacuo, auf

$$g' = g\left(1 - \frac{s}{S}\right) \tag{32}$$

vermindert wird, wo s. S die spezifischen Gewichte der Luft und des fallenden Körpers bezeichnen, und 2) einen dynamischen, welcher den eigentlichen Widerstand ausmacht.

Hinsichtlich der letztern können wir uns einfach an die bezügliche Untersuchung von Poisson[1]) halten. Die beschleunigende Kraft des Widerstandes wird durch

$$-\frac{g'}{k^2}\left(\frac{dy}{dz}\right)^2$$

ausgedrückt werden, so dass die Bewegungsgleichung sein wird

$$\frac{d^2y}{dz^2} = -g'\left[1 - \frac{1}{k^2}\left(\frac{dy}{dz}\right)^2\right]. \tag{33}$$

Wenn die Bewegung durch das Wachsen der Geschwindigkeit zur Gleichförmigkeit gelangt, muss

$$1 - \frac{1}{k^2}\left(\frac{dy}{dz}\right)^2 = 0. \tag{34}$$

Der Coëfficient k bezeichnet also die maximale Endgeschwindigkeit, bei welcher zuletzt Schwere und Widerstand einander gleich werden.

Nach zweimaliger Integration mit Beachtung der Anfangsbedingungen gelangt man auf

$$y = h - \frac{k}{g'} \lg \frac{1}{2}\left(e^{\frac{g'z}{k}} + e^{-\frac{g'z}{k}}\right)$$

oder für die ganze Fallzeit Z, entsprechend $y = o$ auf

$$h = \frac{k^2}{g'} \lg \frac{1}{2}\left(e^{\frac{g'}{k}Z} + e^{-\frac{g'}{k}Z}\right). \tag{35}$$

---

[1]) Traité de Mécanique, 1833, 2e éd., p. 242.

Umgekehrt folgt daraus

$$Z' = \frac{k}{g'} \lg \left[e^{\frac{g'h}{k^2}} + \sqrt{\left(e^{\frac{g'h}{k^3}} - 1\right)} \right]$$

für die der Höhe h zugehörende Fallzeit.

Wenn man die Endgeschwindigkeit k neben g' und h als gross betrachtet, so lässt sich der Ausdruck entwickeln und reduzirt sich schliesslich auf

$$Z' = \sqrt{\frac{2h}{g'}} \left(1 + \frac{1}{6} \frac{g'h}{k^2} - \frac{1}{120} \frac{g'^2 h^2}{k^4} \right) \qquad (36)$$

Die beiden letzten Glieder drücken die Zunahme der Fallzeit aus und dieses Z wird für $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ in den Ausdruck der Fallweite X einzuführen sein.

Ist der fallende Körper, wie es fast bei allen Versuchen der Fall war, eine Kugel vom Radius ϱ, so nimmt man gewöhnlich zur Bestimmung von k den Ausdruck an[1])

$$\frac{g'}{k^2} = \gamma \cdot \frac{s}{\varrho S} \qquad (37)$$

wo γ einen mit der Kugelgestalt in Verbindung stehenden Coëfficienten, s, S aber die spez. Gewichte der Luft und Kugelsubstanz bezeichnen. Newton[2]) hatte dem Coëfficienten aus unzureichenden Gründen den Werth $^3/_8 = 0{,}3750$ beigelegt, während die Versuche von Borda und Lombard[3]), denen Poisson beistimmt, den geringern Werth $^9/_{40} = 0{,}2250$ ergaben.

Um von dem Einfluss des Luftwiderstandes nach diesen Voraussetzungen eine Vorstellung zu erhalten,

---

[1]) Poisson, Mécan., I, 229.

[2]) Newton, Princ. phil. nat., L. II., p. 40.

[3]) Gehler Phys., X., p. 734.

denke man sich in unserm Beispiele eine Eisenkugel vom Radius $\varrho = 0{,}04$ M., deren spezifisches Gewicht $S = 7{,}790$, während die Luft im Normalzustand, nämlich bei 0° und 760 M., das spezifische Gewicht $s = 0{,}00129277$ besitzt. Man erhält dadurch

$$g' = 9{,}8239245 - 0{,}0016303 = 9{,}8222942 \text{ Met.}$$

$$\frac{g'}{k^2} = 0{,}00000373395, \quad k = 512{,}88895 \text{ Met.}$$

Die einfache Fallzeit mit constanter Schwere, wenn g' in Rechnung gebracht wird, ist

$$Z'' = \sqrt{\frac{2h}{g'}} = 4{,}5124094 \text{ Sec.}$$

Aus der Veränderung der Schwere geht (28) eine Verlängerung derselben hervor

$$Z' - Z'' = 0{,}00395475 \text{ Sec.},$$

so dass $Z' = 4{,}5163641$ Sec.

Aus dem Luftwiderstand folgt die zweite Verlängerung (36)

$$Z - Z' = 0{,}00280809 \text{ Sec.}$$

und gibt als wirkliche Fallzeit

$$Z = 4{,}5191728 \text{ Sec.}$$

Diese Aenderung der Fallzeit übt ihren Einfluss sowohl auf den durch die Drehung beschriebenen Bogen ab aus, als auf die eigentliche Fallweite ab'' im Sinne des Breitenkreises gemessen. Der in der Zeit Z vom Fusspunkt a des Pendels beschriebene Bogen ist

$$ab = U \cdot Z = 1484{,}41240 \text{ Met.}$$

Zur Berechnung von ab'' hat man, da

$$U = 328{,}47507 \text{ Met.}, \quad Z'' = 4{,}5124094 \text{ Sec.},$$

für die einfache Fallweite

$$X'' = 1482{,}21410 \text{ Met.}$$

Durch Aenderung der Schwere vergrössert sie sich laut um

$$X' - X'' = 1{,}291272,$$

so dass $$X' = 1483{,}50537.$$

Der Widerstand der Luft, die Fallzeit um 0,00280869 Sec. vergrössernd, vergrössert die Fallweite um

$$X - X' = U(Z - Z') = 0{,}92258 \text{ Met.}$$

und sie wird dadurch

$$X = 1483{,}42795 \text{ Met.}$$

Der Bogen ab″ ergibt sich

$$ab'' = 1483{,}42795 + 0{,}00004 = 1483{,}42799$$

Demnach beträgt die östliche Abweichung des Falles

$$ab'' - ab = 0{,}01550 \text{ Met.}$$

oder 15,50 Mm., genau wie ohne Luftwiderstand. Der Luftwiderstand affizirt die beiden Grössen, aus deren Differenz die östliche Abweichung hervorgeht, auf gleiche Weise, so dass die letztere Grösse unverändert bleibt.

Diese Berechnung des Lufteinflusses aus einem Widerstandsgesetz und einem Coëfficienten, welche beide andern Erscheinungen, nämlich der Pendelbewegung und Wurfbewegung enthoben wurden, verdienen kein grosses Vertrauen. Mehrere Gründe, in der That, lassen diesen Einfluss als das unsicherste, veränderlichste und störendste Moment bei den Fallversuchen erscheinen. Vorerst kann das obenbenutzte Widerstandsgesetz keineswegs als erwiesen betrachtet werden. Ist nämlich festgestellt, dass bei geringen Geschwindigkeiten der Widerstand nahe der ersten, bei grossen der zweiten Potenz der Geschwindigkeit folgt, so fordert das Gesetz der Stetigkeit, dass bei zwischenliegenden Werthen beider Potenzen und

bei sehr grossem Werthe derselben vermuthlich noch der dritten Rechnung getragen werde. Der Ausdruck wäre eine Reihe

$$a u + b u^2 + c u^3 + \ldots$$

deren Coëfficienten bekannt sein sollten, was nicht der Fall ist, und von denen man gleichfalls nicht weiss, wann die Vernachlässigung des einen oder andern Gliedes gestattet ist.

Man bemerke zweitens, dass der Widerstand an sich nichts anderes ist, als die Resultirende, entgegen der Bewegungsrichtung, der sämmtlichen Kräfte, mit welchen die vorwärtsgedrängten, seitlings abfliessenden und hinter dem Körper sich wieder vereinigenden Lufttheilchen auf denselben drücken. Die Theorie der Flüssigkeitsbewegungen hat sich noch nicht an den nähern Vorgang dieses Abflusses gewagt; sie vermag daher jetzt noch, so wenig wie die Versuche zu entscheiden, ob die Form des Widerstandsgesetzes von der Gestalt des Körpers unabhängig ist oder nicht, selbst nicht, ob bei gleicher Gestalt aber sehr abweichender Grösse die Coëfficienten wirklich einen konstanten Werth bewahren.

Ein dritter Umstand endlich, der die Fallversuche trübt, liegt in dem grossen Einflusse, den die Temperatur auf jede höhere eingeschlossene Luftsäule, wie sie hier zur Vermeidung anderer Uebelstände nothwendig zur Anwendung kommen, ausübt. Sobald zwischen der innern und äussern Luft. — gewiss ein sehr häufiger Fall, — im einen oder andern Sinne ein Temperaturunterschied besteht, bilden sich auf- und niedersteigende Strömungen, welche den Widerstand vermehren oder vermindern. Es können selbst ab-

lenkende Seitenkräfte entstehen, wenn die Luftbewegungen an beiden Seiten des Schlotes verschiedene sind, Bewegungen, die man weder kennt, noch vermeiden kann. Diese Ungleichheiten des Widerstandes, neben der Schwierigkeit der Ablösung der fallenden Kugeln, erklären die grossen Abweichungen, welche bisher hinsichtlich der Stelle des untern Aufschlagens der Kugeln beobachtet wurden.

8. Die Versuche von Reich.

Mit Recht betrachtet man die Fallversuche von Reich[1]), 1832 im Dreibrüderschacht in Freiburg ausgeführt, als die genauesten, die man besitzt. Die Fallhöhe betrug nicht weniger als $h = 158{,}5407$ Met., die Zahl der vergleichbaren Versuche stieg auf 109; es wurde die grösste Sorgfalt auf die Zeitmessung, auf die Ablösung der Kugeln, auf die Bestimmung der Fallhöhe, die Stelle des Aufschlages und auf alle einwirkenden Nebenumstände gelegt. Dennoch zeigen einzelne Versuche Abweichungen, die auf 120 und 130 Millim. von der Mittelstellung abweichen. Das Mittelresultat, nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit berechnet, war eine

sichere östliche Abweichung von 28,397 Mm.,
eine sehr unsichere südliche von 4,374 Mm.

Um die östliche Abweichung an der Theorie zu prüfen, haben Olbers[2]) und Reich[3]) die ganze Frage des Widerstandes umgangen und statt der berechneten

---

[1]) Fallversuche über die Umdrehung der Erde. Freiburg 1832.

[2]) Benzenberg, Versuche u. s. f., p. 372.

[3]) A. a. O., p. 47.

die wirklich beobachtete Fallzeit in Rechnung gebracht. Dass dann eine befriedigende Uebereinstimmung mit der oben angegebenen östlichen Abweichung herauskommen musste, lässt sich leicht begreifen. Sehen wir aber zu, wie diese Versuche mit der obigen Widerstandstheorie harmoniren.

Der Ausgangspunkt der Kugeln im Dreibrüderschacht lag unter der geographischen Breite von 50° 53′ 22″,81, der Länge von 31° 0′ 8″,55 und in der Höhe $L = 475$ Meter über dem Meere. Daraus ergeben sich, mit den schon oben benutzten Rechnungselementen für die Grösse der Erde und die Stärke der Pendelschwere

$$\varphi = 90 - 50^\circ\ 31'\ 22'',81 = 39^\circ\ 6'\ 37'',09.$$

Die Pendelschwere wird sein

$$G = G_{45} (1 + \beta \cos 2\varphi) \frac{R^2}{(R + L)^2} = 9{,}809635 \text{ Met.}$$

Der Rotationsradius ist

$$r' = (R + L) \cos\varphi = 4018758 \text{ Met.}$$

Daraus folgt die Rotationsgeschwindigkeit

$$U = \frac{2\pi r'}{T} = 293{,}05247 \text{ Met.},$$

und die Fliehkraft

$$f = \frac{4\pi^2 r'}{T} = 0{,}021374 \text{ Met.},$$

woraus sich hinwieder berechnet: die Ablenkung der beiden Schweren

$$\operatorname{tg}\psi = \operatorname{tg}\varphi + \frac{f}{G\cos\varphi}, \quad \psi = 39^\circ\ 12'\ 21'',84,$$

$$\alpha = \psi - \varphi = 0^\circ\ 5'\ 44'',65,$$

und die Fallschwere

$$g = \frac{G\cos\varphi}{\cos\psi} = 9{,}819237 \text{ Met.}$$

Der Ueberschuss über die Pendelschwere wäre so

$$g - G = 9{,}602 \text{ Mm.}$$

Die fallenden Kugeln bestanden meist aus reinem Zinn oder aus Zinn mit 10 % Wismuth. Der Radius derselben im Mittel war $\varrho = 18{,}9825$ Mm. und ihr spec. Gewicht $S = 7{,}9530$. Die mittleren, atmosphärischen Umstände waren: Luftdruck $b = 317{,}58$ par. Linien, Temperatur $t = 13^\circ{,}2$ C., Dampfdruck $e = 10{,}79$ par. Linien. Nennt man $s_0 = 0{,}00129277$ des spec. Gew. der Luft bei 45° im Normalzustand, so war es bei den Versuchen

$$s = s_0 \frac{g}{g_{45}} \cdot \frac{b - 0{,}3779 \cdot e}{336} \cdot \frac{1}{1 + 0{,}00366 \cdot t} = 0{,}00114666.$$

Die in der Luft noch wirkende Schwere wird dadurch

$$g' = g\left(1 - \frac{s}{S}\right) = 9{,}817820 \text{ M.}$$

Daraus hinwieder folgen die einfache Fallzeit und Fallweite

$$Z'' = \sqrt{\frac{2h}{g'}} = 5{,}683001 \text{ Sec.}$$

$$X'' = U \cdot Z'' = 1665{,}4162 \text{ M.}$$

Um die Aenderungen zu bestimmen, welche diese Grössen durch die Variation der Schwere nach Richtung und Grösse erleiden, lassen sich die früheren Ausdrücke nicht zur Anwendung bringen, indem der Fall nicht ausserhalb, sondern innerhalb der Erde erfolgt. Wenn die Schwere bei einer vollständigen Kugel ausserhalb nach dem verkehrt quadratischen Verhältniss der Entfernung vom Centrum zunimmt, nimmt sie beim Fall im Innern, bei homogener Kugel, mit dieser Entfernung ab. Im

vorliegenden Falle ist weder das eine noch das andere Verhalten vollständig realisirt, daher kaum etwas anderes übrig bleibt, als g' der Stärke nach als constant, der Richtung nach dagegen wie früher als veränderlich zu betrachten.

Die beiden Bewegungsgleichungen, nach erster Integration, werden unter diesen Voraussetzungen folgende sein:

$$(R + y)^2 \left(\frac{d\varphi}{dz}\right) = U (R + h);$$

$$\left(\frac{dy}{dz}\right)^2 + (R + y)^2 \left(\frac{d\varphi}{dz}\right)^2 = 2 g' \, (H + h - y), \qquad (38)$$

wo wieder $U = \sqrt{2 g H}$ gesetzt ist. Eliminirt man $\frac{d\varphi}{dz}$ mittelst der ersten aus der zweiten, so erhält man

$$\frac{1}{2 g'} \left(\frac{dy}{dz}\right)^2 = (h - y) \left[1 + H \frac{2 R + h + y}{(R + y)^2}\right].$$

Entwickelt man und vernachlässigt h^2 und y^2 gegen R^2, so verwandelt sich diese Gleichung in

$$dz = \frac{1}{\sqrt{2 g'}} \cdot \frac{dy}{\sqrt{(h - y)} \left[1 - 2 \frac{H}{R} + 2 \frac{Hh}{R^2} - 3 \frac{H}{R^2} (h - y)\right]}$$

oder, wenn man $h - y = x$, $dy = - dx$ einführt, ferner

$$b = 1 - 2 \frac{H}{R} + 2 \frac{Hh}{R^2}, \qquad c = 3 \frac{H}{R^2}$$

setzt, in

$$- dz = \frac{1}{\sqrt{2 g'}} \cdot \frac{dx}{\sqrt{x (b - c x)}},$$

deren Integral ist

$$- z = \frac{1}{\sqrt{2 g'}} \left[C + \frac{1}{\sqrt{c}} \, arc \left(\mathrm{tg} = \frac{2 c x - b}{2 \sqrt{c x (b - c x)}}\right)\right].$$

Führt man wiederum die Werthe für b und c ein, und integrirt von $z = o$, $y = h$, $x = o$ bis $z = Z'$,

$y = o$, $x = h$, so erhält man schliesslich mit gleicher Annäherung

(39)

$$Z' = \frac{1}{\sqrt{2\,g'}} \cdot \frac{R}{\sqrt{3\,H}} \cdot \left[arc \left(tg = 2 \sqrt{\frac{3\,H\,h}{R^2}} \cdot \frac{\sqrt{\left(1 - \frac{2\,H}{R} - \frac{H\,h}{R^2}\right)}}{1 - 2\frac{H}{R} - 2\frac{H\,h}{R^2}} \right) \right]$$

oder nach Entwicklung, da der Bogen sehr klein ist,

$$arc = tg \left(1 - \frac{tg^2}{3}\right),$$

$$Z' = \sqrt{\frac{2\,h}{g'}} \left(1 + \frac{H}{R} + \frac{1}{2}\,\frac{H\,h}{R^2} + \frac{3}{2}\,\frac{H^2}{R^2}\right). \qquad (40)$$

Der Faktor ist das früher bestimmte Z''.

Die Zunahme durch Richtungsänderung der Schwere wird daher sein

$$Z' - Z'' = 0{,}003942 \text{ Sec.}$$

Also
$$Z' = 5{,}686943 \text{ Sec.}$$

Statt dessen wurde in Folge des Widerstandes der Luft wirklich die Fallzeit beobachtet

$$Z = 6{,}009833 \text{ Sec.}$$

Man kann diesen Werth benutzen, um das früher angenommene Widerstandsgesetz zu prüfen, denn eine erste Annäherung gibt

$$\frac{g'}{k^2} = \frac{6\,(Z - Z')}{h \cdot Z'} = 0{,}00214875, \qquad (41)$$

folglich als constante Endgeschwindigkeit der Kugeln

$$k = 67{,}59498 \text{ Met.}$$

Der Widerstandscoëfficient γ erhält den Werth

$$\gamma = \frac{\varrho \cdot S \cdot g'}{s \cdot k^2} = 0{,}28290,$$

während ihn Newton zu $\frac{3}{8} = 0{,}37500$ annahm,

Poisson dagegen zu $\frac{9}{40} = 0{,}22500$.

Der aus den Reich'schen Versuchen abgeleitete Werth weicht vom Mittel 0,29750 um wenig mehr als $\frac{1}{100}$ ab.

Aus dieser Untersuchung folgt wohl, dass der Luftwiderstand immer noch ein sehr unsicheres Moment in den Fallversuchen bildet, wodurch jeder Rückschluss von den beobachteten Fallzeiten und Fallweiten auf den wahren Werth der Fallschwere illusorisch wird. Zur direkten Bestimmung der Fallschwere oder wahren Erdanziehung bleibt daher kein anderer Weg als Versuche über den Fall im Vacuo, eine Aufgabe, welche der Aufmerksamkeit einer grössern wissenschaftlichen Akademie wohl werth wäre. Mit Hülfe der heutigen Mittel der Experimentation dürfte eine Fallröhre von 10 Meter Länge und 0,1 Meter Weite wohl genügen. Wenn dann 1) die Röhre durch Verbindung mit einer hohen Wassersäule nach dem Princip der Quecksilberluftpumpe entleert, 2) die Fallzeit chronoscopisch gemessen und 3) die Ablösung durch galvanische Mittel bewerkstelligt würde, so dürften wohl Resultate von wirklich wissenschaftlicher Genauigkeit über den wahren Werth von g gewärtigt werden.

9. Ablenkung des Lothes durch die Sonne.

Man denke sich ein in Ruhe hängendes Pendel. Die Sonne wird auf dasselbe, wie auf alle Körper, nach dem Gravitationsgesetz und daher ablenkend

wirken, aber je nach ihrer Stellung nach verschiedener Richtung und mit verschiedener Stärke. Es fragt sich, ob diese Ablenkung, im Vergleich mit der Anziehung der Erde oder der Schwere, einen wahrnehmbaren Werth erreicht.

Die Wirkung der Sonne muss an jedem Orte beim Aufgang und Niedergang, da sie horizontal erfolgt, am stärksten und in beiden Fällen entgegengesetzt sein. Bezeichnet M die Masse der Sonne aus der Entfernung R auf die Erde wirkend, m die Masse der Erde, deren Radius r, so wird für diese Stellung die Abweichung von g (abgesehen von der Axendrehung der Erde) bestimmt aus

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{M}{m} \cdot \frac{r^2}{R^2}, \tag{42}$$

Setzt man mit Mädler[1])

$$\frac{M}{m} = 355499, \quad \frac{R}{r} = 24043,$$

so folgt $\gamma = 0^\circ\ 2'\ 6'',85.$

Eine Ablenkung von 2′, oder zwischen der Morgen- und Abendstellung von 4′, hätte von jedem Astronomen oder Geodäten tausendmal wahrgenommen werden müssen, während diess nicht der Fall ist und selbst das genaue Mittel der Spiegelablesung keine Spur einer Ablenkung verräth.

Eine richtigere Beurtheilung des Falles beweist in der That, dass dem nicht anders sein kann, und erkennt in dem thatsächlichen Ausbleiben einer jeden Ablenkung einen direkten Beweis für die Umlaufsbewegung der Erde um die Sonne. Be-

---

[1]) Populäre Astronomie. Berlin 1849, p. 116 u. 147.

trachtet man einfach die Erdbahn als einen Kreis, so beruht die Erhaltung der Kreisbewegung einzig auf der beständig erfolgenden Aufhebung der Fliehkraft durch die Gravitation, welche beide am Kreise einander entgegengesetzt wirken. Da alle Gegenstände der kreisenden Erde, bis auf die kleinsten Massentheilchen hinab, den beiden Kräften unterworfen sind, gilt die Aufhebung auch für alle Theile, so dass ebenfalls der Pendel bei allen Stellungen der Sonne gleichen sich aufhebenden Kräften unterworfen ist.

Nicht für den Kreis, selbst für eine elliptische Bahn, wie die Ekliptik, bleibt die Anziehung der Sonne zur Ablenkung des Pendels wirkungslos. Zwar dient nur ein Theil der Anziehung, da sie eine andere Richtung als die normalgerichtete Fliehkraft hat, zur Aufhebung der letztern und fällt unter die vorige Erklärung; allein die andere Theilkraft, welche tangential gerichtet ist und die Geschwindigkeit der Erde vermehrt oder vermindert, bleibt ebenso wirkungslos. Indem sie nämlich wiederum auf alle Massentheilchen in gleicher Weise beschleunigend oder verzögernd einwirkt, kann sie keine relative Stellungsänderung derselben, also keine Ablenkung des Pendels neben den umgebenden Gegenständen hervorbringen.

Es folgt hieraus, dass eine Ablenkung durch die Sonne nur von zweiter Ordnung, d. h. nur aus dem Unterschied der Kräfte an den einen oder andern Punkten der Erde hervorgehen kann. Die genaue Gleichheit von Anziehung und Fliehkraft findet in der That nur für den Schwerpunkt, d. h. für den Mittelpunkt der Erde, statt und für die Punkte der Oberfläche, welche dem grossen Kreise, der zum Ra-

dius vector senkrecht steht, zugehören. Der Sonne nähere Punkte erleiden eine stärkere Anziehung, der Sonne entferntere eine schwächere Anziehung. Es fragt sich, welche Ablenkung diese Ungleichheit der Kraft zur Folge hat.

Sei A (Fig. 4) der Mittelpunkt der Sonne, deren Masse M, a der Mittelpunkt der Erde, in der Entfernung R von A abstehend. Da die Kräfte so wirken, als wären die ganzen Massen M und m in ihren Centren A und a concentrirt, so führt die Gleichheit der Anziehung und Fliehkraft in a auf die Beziehung

$$\mu \frac{M m}{R^2} = \frac{4 \pi^2 m R}{T^2}, \tag{43}$$

wo T die Umlaufszeit der Erde um die Sonne und μ die Gravitationseinheit darstellt. Da die Schwere lediglich die Gravitation an der Erdoberfläche ist, so hat man

$$\mu \frac{m}{r^2} = g, \text{ also } \mu = g \frac{r^2}{m}$$

und in die obere Gleichung eingeführt, liefert sie den aus der Sonnenwirkung bestimmten Werth der Schwere

$$g = \frac{4 \pi^2}{T^2} \cdot \frac{m}{M} \cdot \frac{R^3}{r^2}. \tag{44}$$

Benutzt man die oben gegebenen Werthe für das Verhältniss der Massen und Radien, so ergibt sich, da $T = 365^t\ 5^h\ 48'\ 47'',57 = 31556927$ Sec. ist

$$g = 9,8731422 \text{ Met.}$$

Dieser Werth weicht von der mittlern Fallschwere $g_{45} = 9,823945$ um nicht weniger als 0,0492177 Met. ab, was sich kaum anders erklären lässt, als dass das Produkt $\frac{m R^3}{M r^3}$ den Werth 39095580 statt 38900699

erhalten hat oder um $\frac{1}{170}$ zu gross ist, was von einem unrichtigen Verhältnisse der Massen oder der Entfernungen oder beider zusammen herrühren kann. Trägt man den Fehler auf die Entfernungen über (beispielweise), so kommt das darauf zurück, dem Verhältniss $R : r$ den Werth 24003 statt 24042 beizulegen.

Ein Punkt b der Erdkugel, durch den Radius r und den Winkel α mit R definirt, wird nun folgenden Kräften ausgesetzt sein: 1) der Fallschwere g, oder bei Annahme einer Kugel g_{45}, längs ba wirkend; 2) der Sonnenanziehung P auf der Richtung bA wirkend; diese Kraft hat zum Ausdruck

$$P = \mu \frac{M}{R'^2} = g \frac{r^2}{R'^2} \cdot \frac{M}{m},$$

wo R' die Entfernung bA bezeichnet; 3) der Fliehkraft F die (abgesehen von der Rotation der Erde) gleich und parallel der in a entwickelten Fliehkraft ist, da bei einer Translationsbewegung alle Punkte gleiche parallele Bahnen durchlaufen, also

$$F = \frac{4 \pi^2 R}{T^2}.$$

Sei g' die Resultirende der 3 Kräfte, mit R den Winkel α' bildend, so gelten für die Theilkräfte senkrecht und parallel zu R die Bedingungen

$$g' \sin \alpha' = g \sin \alpha + P \frac{r}{R'} \sin \alpha, \tag{45}$$

$$g' \cos \alpha' = g \cos \alpha + F - P \frac{R - r \cos \alpha}{R'}.$$

Da, wie früher erläutert,

$$F = g \frac{r^2}{R^2} \cdot \frac{M}{m}$$

und angenähert $R' = R\left(1 - \frac{r}{R} \cos \alpha\right)$, also

$$P = g \frac{r^2}{R^2} \frac{M}{m} \left(1 + 2 \frac{r}{R} \cos \alpha\right)$$

so reduziren sich die beiden Gleichungen unter Vernachlässigung von $\frac{M}{m} \cdot \frac{r^4}{R^4}$ auf

$$\begin{aligned} g' \sin \alpha' &= g \sin \alpha \left(1 + \frac{r^3}{R^3} \cdot \frac{M}{m}\right) \\ g' \cos \alpha' &= g \cos \alpha \left(1 - 2 \frac{r^3}{R^3} \cdot \frac{M}{m}\right) \end{aligned} \qquad (46)$$

woraus

$$\operatorname{tg} \alpha' = \operatorname{tg} \alpha \left(1 + 3 \frac{r^3}{R^3} \cdot \frac{M}{m}\right).$$

α' ist grösser als α, der grösste Werth der Abweichung beider tritt bei $\alpha = 45^\circ$ ein und beträgt nicht mehr als

$$\alpha' - \alpha = 0^\circ\ 0'\ 0'',006,$$

eine Grösse, die zu klein ist, um irgendwie wahrgenommen zu werden.

10. Ablenkung des Lothes durch den Mond.

In ähnlicher Weise kann man sich fragen, ob die Anziehung des Mondes beim Auf- und Niedergang eine Ablenkung des Pendels hervorbringt, welche in die Grenzen der zu beobachtenden Grössen fällt. Hier spielt die Erde die Rolle des Zentralkörpers, darf aber, da von Fliehkraft die Rede ist, nicht als ruhend betrachtet werden.

Man muss davon ausgehen, dass Mond und Erde in gleichem Sinne und mit gleicher Winkelgeschwindigkeit den gemeinsamen Schwerpunkt umkreisen.

Sei der Mond, dessen Masse m in a (Fig. 5), die Erde, deren Masse M in A, wobei die Entfernung

aA $= L$ sei. Der gemeinsame Schwerpunkt C liegt so, dass, wenn AC $= L'$ genannt wird

$$M L_1 = m (L - L_1) \text{ woraus } L_1 = L \frac{m}{M + m}.$$

Madler[1]) gibt folgende Werthe, wenn R den Erdradius bezeichnet,

$$\frac{L}{M} = 60{,}108, \qquad \frac{M}{m} = 87{,}74.$$

Daraus folgt $L_1 = 0{,}677349\, R.$

Der Schwerpunkt C befindet sich also in C′ im Innern der Erde, ungefähr um $\frac{1}{3}$ des Radius unter der Oberfläche.

Die Gleichheit der Mondanziehung (auf die Erdmasse im Schwerpunkte A konzentrirt gedacht) mit der Fliehkraft, führt auf die Gleichung

$$\frac{4\pi \cdot L_1}{T^2} \cdot M = \mu \frac{m M}{L^2} = g \frac{R^2}{L^2} m,$$

da $\mu = g R^2 : M$ ist. Hieraus leitet sich für g ein Werth ab, der ist

$$g = \frac{4\pi}{T^2} \frac{L^3}{R^3} \cdot \frac{M}{M + m} \cdot R. \tag{47}$$

Setzt man die Umlaufszeit des Mondes

$T = 27^t\ 7^h\ 43'\ 11'',5 = 2360591{,}5$ Sec.,

so findet man $g = 9{,}818619$ Met.,

ein Werth, der von $g_{45} = 9{,}823945$ nur um $+ 0{,}005326$ oder um 5 Mm. abweicht. Zur Concordanz beider Werthe müsste die Grösse

$\frac{L^3}{M^3} \cdot \frac{M}{M + m}$ von 214721,30 auf 217675,66

erhöht werden.

---

[1]) Astronomie, p. 152.

Die Berechnung der Ablenkung folgt auch hier wie bei der Sonne aus der Betrachtung der Stärke g' und Richtung α' der Resultirenden dreier Kräfte 1) der Anziehung der Erde längs bA gleich g_{45}; 2) der Anziehung des Mondes p, längs ba, Entfernung ab $= L'$

$$p = \mu \frac{m}{L'^2} = g \frac{R^2}{L'^2} \cdot \frac{m}{M},$$

3) der Fliehkraft in b, gleich und parallel mit derjenigen in A, da die Bewegung der Erde um C′ eine Translations- und nicht eine Rotationsbewegung ist. Die Gleichungen für die Theilkräfte sind

$$g' \sin \alpha' = g \sin \alpha + p \frac{R \sin \alpha}{L'} \tag{48}$$

$$g' \cos \alpha' = g \cos \alpha - p \frac{L - R \cos \alpha}{L'} + f$$

wobei $L'^2 = L^2 + R^2 - 2LR \cos \alpha$ ist.

Berechnet man für $\alpha = 45°$, die Grössen genau, da die Unterschiede der Massen und Entfernungen geringere sind als bei der Sonne, so folgt

$$L' = 59{,}405110\, R.,$$

und $\qquad g' \sin \alpha' = 6{,}9465641$ Met.

$\qquad\qquad g' \cos \alpha' = 6{,}9465629$ „

woraus sich eine Ablenkung für $\alpha = 45°$ ergibt, die nicht mehr beträgt als

$$\alpha' - \alpha = 0°\ 0'\ 0'',018,$$

eine Grösse, die der Beobachtung leicht entgehen konnte, obgleich sie das Dreifache der Sonnenwirkung beträgt.

Wenn Sonne und Mond in Conjunction auf- oder untergehen, beträgt ihre gemeinsame Ablenkung

$$\alpha' - \alpha = 0°\ 0'\ 0'',024,$$

wenn es in Opposition geschieht

$$\alpha' - \alpha = 0°\ 0'\ 0'',012,$$

so weit gehen die von dieser Ursache herrührenden Abweichungen. Wir gelangen hier auf die nämliche dreimal grössere Wirkung des Mondes, im Vergleich mit der Sonne, wie sie sich bei der Ebbe und Fluth kund gibt[1]), welche Erscheinung aus ganz ähnlichen Anziehungsverhältnissen hervorgeht.

Notizen.

Miloschin. — Herr Joh. Bademlic aus Belgrad, welcher am hiesigen Polytechnikum Chemie studirt, übergab mir vor einiger Zeit eine Probe des Miloschins (Serbian) von Rudnjak in Serbien mit der Bitte, denselben einer Untersuchung zu unterwerfen, um die spezifische Selbstständigkeit desselben festzustellen. Das derbe, unkrystallinische, dichte Mineral hat unvollkommen muschligen bis unebenen, glatten bis feinerdigen Bruch, ist graulichblau in das Seladongrüne neigend gefärbt, stellenweise heller und dunkler, undurchsichtig bis schwach an den Kanten durchscheinend, wachsartig schimmernd, auf den Schnittflächen wachsartig glänzend, hat blaulichweissen Strich, die Härte um 1 herum, ist milde, fühlt sich fein, aber nicht seifenartig an und haftet ziemlich stark an der feuchten Lippe. Im Glaskolben erhitzt gibt das Mineral reichlich Wasser, ohne wesentlich die Farbe zu verändern, dieselbe wird nur etwas unreiner. Vor dem Löthrohre ist es unschmelzbar, behält die Farbe, die nur wie vorhin unreiner wird; mit Phosphorsalz verschmilzt es langsam zu einer halbklaren glasigen Perle, dabei deutlich Chromreaction zeigend. Kleine Stücke in Wasser gelegt, saugen

---

[1]) Laplace, Syst. du Monde. An VII, p. 253.

dasselbe stark ein, werden dabei dunkler blau und durchscheinend, ohne zu erweichen, und dabei ist starker Thongeruch bemerkbar. In Salzsäure bleiben kleine Stückchen grün, doch ist eine partielle Lösung dadurch erkenntlich, dass nach dem Eintrocknen der Säure auf einer Glasplatte einige kleine Krystalle von Chloralkali sich bilden, sowie ausser Hexaedern auch noch kleine nadelförmige Krystalle unter dem Mikroskop sichtbar sind. Um die Stückchen herum zeigte sich deutlich Kieselgallerte. In concentrirter Schwefelsäure schwellen kleine Stückchen nach und nach bedeutend an, werden gallertartig und stark durchscheinend, während sich aus der Lösung farblose faserige Kryställchen und büschelförmige Gruppen derselben absetzen; die Lösung wird grün, nach längerem Stehen smalteblau und bei Zusatz von Ammoniak entsteht ein blaulicher voluminöser Niederschlag.

Wenn man so aus dem gleichartigen Aussehen auf eine einzelne Mineralart schliessen kann, so scheint die Aanalyse Karsten's (Pogg. Ann. XLVII, 488) diese Annahme zu rechtfertigen. Derselbe fand nämlich: 27,50 Kieselsäure, 45,01 Thonerde, 3,61 Chromoxyd, 23,30 Wasser, 0,30 Kalkerde, 0,20 Magnesia, Spuren von Kali und Eisenoxyd, zusammen 99,92. Die Berechnung giebt hiernach:

4,583 SiO_2	oder	1 SiO_2
4,370 Al_2O_3 0,234 Cr_2O_3	»	1,005 $Al_2Cr_2O_3$
12,944 H_2O	»	2,824 H_2O
0,053 CaO 0,050 MgO	»	0,022 RO

woraus man auf die Formel $H_2O \cdot Al_2O_3 + 2 H_2O \cdot SiO_2$ gelangen kann.

Dass diese Verhältnisse 3 H_2O, 1 Al_2O_3, 1 SiO_2 ein einfaches Mineral repräsentiren, wird scheinbar noch durch ein von Becchi (Sill. Am. J. XIV. 62) analysirtes ähnliches Mineral unterstützt, welches sich bei Volterra in Toskana fand und 28,357 Kieselsäure, 41,333 Thonerde, 8,112 Chrom-

oxyd, 22,750 Wasser, zusammen 100,552 ergab. Die Berechnung führt zu:

4,726 SiO_2	oder	1 SiO_2
4,013 Al_2O_3 0,527 Cr_2O_3	»	0,96 $Al_2Cr_2O_3$
12,610 H_2O	»	2,67 H_2O

und man könnte vermuthen, dass auch dieses wasserhaltige Thonerde-Silikat, worin das Chromoxyd eine geringe Menge der Thonerde ersetzt, nicht als Chromocher beigemengt ist, jener einfachen Formel entspricht.

Um nun die Homogeneität des Miloschin richtig beurtheilen zu können, fertigte ich zwei Dünnschliffe desselben an, welche bei einiger Vorsicht sehr dünn erhalten werden können. Dieselben wurden vermittelst des Canadabalsam als durchscheinende Plättchen vollkommen durchsichtig und zeigen blassgrüne Farbe, was wahrscheinlich durch die gelbe Färbung des Balsam und die blaue Farbe des Minerals hervorgebracht wird. Diese Dünnschliffe zeigen nun auf das Vollständigste, dass der Miloschin keine einfache Mineralart darstellt, sondern ganz entschieden ein Gemenge ist, indem in der amorphen Hauptmasse sehr viele grössere und kleinere bis sehr kleine krystallinische Theile eingewachsen sind, welche bei gekreuzten Nicols das Licht polarisiren. Die Menge des eingewachsenen krystallinischen Minerals ist ziemlich bedeutend, doch lassen sich keine bestimmten Formen erkennen, es sind unbestimmt begrenzte individuelle Gebilde, welche auf prismatische Bildung schliessen lassen. Da nun hiernach der Miloschin keine einfache Mineralsubstanz ist, so kann die sich aus der Analyse ergebende Formel nicht als Ausdruck einer Spezies angesehen werden, es müssten, um einen Schluss auf die beiden gemengten Minerale, das amorphe und das krystallinische, ziehen zu können, mindestens drei Analysen von demselben Handstücke gemacht werden, damit man aus den Differenzen die beiden Minerale berechnen könnte; die bis jetzt bekannte Analyse kann nicht

als Beweis für die Homogeneität der Substanz dienen, selbst wenn man annehmen wollte, dass zufällig das von mir untersuchte Exemplar ein Gemenge sei, andere vorkämen, welche nur ein Mineral darstellten. An dem zu den Dünnschliffen verwendeten Stücke hann man weder mit dem Auge noch mit der Lupe ein Gemenge wahrnehmen, nur das Mikroskop liefert den Beweis. Nebenbei bemerkt man noch einige dunkle undurchsichtige oder durchscheinende feine Körnchen, die jedoch ihrer Menge nach unerheblich sind.

[A. Kenngott.]

Aphthonit. — In meiner Uebersicht der Resultate min. Forsch. 1862—65, S. 300, zeigte ich durch die Berechnung der Analysen Peltzer's und Svanberg's, dass dieses Mineral ähnlich wie der Enargit und Dufrenoysit zusammengesetzt als Säure Schwefelantimon mit 5 Atomen Schwefel enthalte, berechnete aber nach der bisher üblichen Weise die Basis als bestehend aus Halbschwefelkupfer, wovon eine gewisse Menge durch Basen RS vertreten wird. Für manche Minerale hat diese Substitution eine ziemlich einfache Formel ergeben, doch glaube ich, dass man davon abgehen müsse, wie man in gleicher Weise die Substitution des Kali oder Natron durch Kalkerde und ähnliche aufgegeben hat.

Ich würde nun nicht gerade den Aphthonit gewählt haben, seine Formel in anderer Weise zu berechnen, wenn nicht zufällig F. A. Genth (Sill. Am. J. XLV) einen Tetraedrit oder ein dem Tetraedrit ähnliches Mineral von Goodwin mine bei Prescott in Arizona analysirt hätte, welches mich veranlasste, dasselbe mit dem Aphthonit zu vergleichen, doch will ich zunächst den letzteren besprechen und dann das von Genth analysirte Mineral. Die beiden Analysen des Aphthonit stimmen hinlänglich gut mit einander überein, zufolge deren derselbe vorwaltend Cu_2S und Sb_2S_5 enthält, ausserdem wenig bis sehr wenig AgS, FeS, ZnS, CoS, NiS und PbS.

Aus Peltzer's Analyse ergeben sich:

S	Cu_2	R	Sb_2
93,06 S	26,94 Cu_2	9,23 Zn	10,43 Sb_2
		1,53 Ag	
		1,23 Fe	
		0,84 Ni	
		0,20 Co	
		13,03 R	

Der Schwefelgehalt entspricht sehr nahe den Verbindungen Cu_2S, RS, Sb_2S_5, welche 92,12 S ergeben, und wenn man die Zahlen auf 10 Cu_2S umrechnet, ergeben sie

10 Cu_2S 4,84 RS 3,87 Sb_2S_5

wofür man 10 Cu_2S 5 RS 4 Sb_2S_5 nehmend die Formel $2(5\,Cu_2S\,.\,2\,Sb_2S_5) + 5\,RS$ aufstellen kann.

Aus Svanberg's Analyse ergeben sich:

S	Cu_2	R	Sb_2
93,90 S	26.12 Cu_2	9,85 Zn	10,07 Sb_2
		2,34 Fe	
		1,43 Ag	
		0,82 Co	
		0,02 Pb	
		14,46 R	

Auch hier lässt sich der Schwefel in gleicher Weise verbunden ansehen, indem Cu_2S, RS und Sb_2S_5 90,93 S erfordern, die Differenz gegen 1 Prozent beträgt.

Rechnet man wie oben

10 Cu_2S 5,54 RS 3,86 Sb_2S_5

so würde man auch die obige Formel erhalten. Dass die Mengen ein wenig abweichen, ist im Vergleich mit den Analysen ähnlicher complicirter Minerale nicht erheblich.

Würde man, wie ich auch früher gethan, der Angabe Peltzer's Rechnung tragen, dass der Aphthonit theilweise mit Chalkopyrit durchzogen ist, so könnte man dem Eisengehalt entsprechend solchen in Abzug bringen, geschieht dies, so ergibt die Berechnung für die Analysen

Peltzer's	10 Cu_2S	4,59 RS	4,06 Sb_2S_5
Svanberg's	10 Cu_2S	5,09 RS	4,23 Sb_2S_5

woraus man auch obige Formel entnehmen kann.

Was schliesslich die Analyse des Tetraedrit oder des dem Tetraedrit ähnlichen Minerals aus Arizona betrifft, welche F. A. Genth mittheilte, so fand er für Sb_2S_3 zu viel, für Sb_2S_5 zu wenig Schwefel, worauf er selbst hinwies, bei Mangel an Material aber die Analyse nicht wiederholen konnte. Immerhin aber lässt sie eine Beurtheilung in der Weise zu, dass man die Verhältnisse der Basen vergleichen kann.

Er fand nämlich 38,16 Kupfer, 3,21 Silber, 6,23 Zink, 1,05 Eisen, 24,67 Antimon, 26,97 Schwefel, Spur Arsenik, zusammen 100,29. Die Berechnung ergibt:

84,28 S	30,21 Cu_2S	9,59 Zn	10,03 Sb_2
		1,88 Fe	
		1,49 Ag	
		12,96 R.	

Hier würden die Verbindungen Cu_2S, RS, Sb_2S_3 73,26 S, dagegen die Verbindungen Cu_2S, RS, Sb_2S_5 93,32 S erfordern, während der gefundene Schwefelgehalt in der Mitte liegt. Hier kämen nun auf 3 Cu_2 1,26 R 0,996 Sb_2 und man ersieht wenigstens, dass das Mineral 3 Cu_2S . Sb_2S_3 + RS darstellen könnte. Es ist übrigens nicht meine Meinung, dass man unbedingt so die Minerale, welche Cu_2S und RS enthalten, auffassen müsste, ich wollte nur zunächst darauf hinweisen, zu welchem Resultate man gelangen kann, wenn man die bisher übliche Substitution Cu_2S und RS aufgibt; es ist nothwendig, andere derartige Analysen zu berechnen, wozu ganz besonders die Fahlerzgruppe auffordert.

Für obige Berechnungen wurden die Atomgewichte Cu = 63, Ag = 216, Fe = 56, Co = 60, Ni = 58, Pb = 207, Sb = 123 und S = 32 genommen. [A. Kenngott.]

Notiz über Dicyannaphtaline. Von A. Baltzer und V. Merz. — Wie der Eine von uns fand (Zeitschr. f. Chemie, N. F. IV, 33), geben die Monosulfosäuren der aromatischen Reihe leicht in Cyanüre über, wenn man ihre Kaliumsalze mit Cyankalium destillirt.

Ganz entsprechend verhalten sich auch die Disulfosäuren.

Erhitzt man Dikaliumdisulfonaphtalat mit überschüssigem Cyankalium, so destillirt eine Flüssigkeit, welche im Retortenhalse sehr rasch zu einer gelblichen, schwer schmelzbaren Masse erstarrt. 100 Grm. Kaliumsalz gaben etwa 20 Grm. der rohen Verbindung. Wird diese mit etwas Ligroin zerrieben und zunächst kalt, dann heiss extrahirt, so ergeben sich gelbliche, grünlich fluorescirende Auszüge, während fast rein weisse Substanz zurückbleibt.

Sie enthält zwei Dicyannaphtaline, welche in Alkohol verschieden löslich und daher leicht zu trennen sind.

Die jetzige Dinaphtalindisulfosäure bestände demnach aus zwei isomeren Verbindungen.

Auch das löslichere Cyanür wird namentlich von kaltem Alkohol nicht leicht gelöst. Es krystallisirt aus der heissen Flüssigkeit in weissen, feinen, seidenglänzenden Nadeln, welche radial gruppirt sind und kuglige Haufen bilden. Schmelzpunkt constant 181°. Durch heisse Kalilauge, ebenso durch wässerige Salzsäure bei 190—200° wird das Cyanür, unter Bildung von Säure und Ammoniak resp. Salmiak, leicht zersetzt. So ergab ein Versuch mit Salzsäure bis an ein Minus von 1 % Salmiak und 2 % Säure die theoretischen Mengen. Aus der sauren, hoch erhitzten Lösung krystallisirt die Carboxylsäure — offenbar eine Naphtalindicarboxylsäure — in deutlich spiessigen Krystallen, aus siedendem Wasser dagegen bloss in äusserst feinen, weissen Nadeln, eine Verschiedenheit, die Beachtung verdient.

Das zweite Dicyannaphtalin wird nur von viel siedendem Alkohol gelöst. Beim Erkalten der Lösung schiesst es in farblosen Nadeln an. Schmelzpunkt 260°.

(Laboratorium d. Industrieschule zu Zürich.)

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

A. Sitzung vom 22. März 1869.

1. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke.

Vom Verfasser.

Bach, Heinr. Die Eiszeit. 8. Stuttgart 1869.

Von der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft.

Verhandlungen der schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. 1868. 52. Sitzung. 8. Einsiedeln.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Oversigt over det Kongelige danske Videnskabernes Selskabs forhandlinger. 1867, 6. 1868, 1. 2.

Mittheilungen der naturforsch. Gesellschaft in Bern. 1868.

Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St-Pétersbourg. XIII 1—3. 4. St-Pétersbourg.

Archives Neerlandaises des sciences exactes et naturelles. T. I—III. 8. A la Haye 1866—68.

Stettiner entomologische Zeitung. XXX. 1—3.

Journal of the chemical Society. 1868. Oct.—Dec.

Bulletin de la société d'histoire naturelle de Colmar. Années 8 et 9. 1867, 1868.

Sitzungsberichte der Isis. 1868. 10—12. 8. Dresden.

Würtembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte. XXIV. 3. XXV. 1.

Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg. Neue Folge. I. 3.

Verhandlungen und Mittheilungen des niederösterreichischen Gewerbvereins. 1868. 10. 11.

Von Redaktionen.

Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 1869. 11—12.

Der Naturforscher. 1869 Februar.

Gäa. Natur und Leben. V. 1. 8. Cöln und Leipzig 1869.

Angekauft.

Röhl. Fossile Flora der Steinkohlenformation Westphalens. Lief. 6.
Quêtelet, Ad. Physique sociale. T. 1. 8. Bruxelles 1869.
Von der Decken, Carl Claus. Reisen in Ost-Afrika. Bd. 1. 8. Leipzig, Heidelberg 1869.
Annalen der Chemie und Pharmacie. 1869 Februar, März.
Transactions of the entomological society. 1868. 6.
Annuaire du Cosmos. 11me année.
Meteorologische Beobachtungen. 1868 Juli.

2. Herr Prof. Christoffel, der einen Ruf nach Berlin angenommen hat, zeigt durch ein Schreiben an, dass er Mitglied der Zürcher naturforschenden Gesellschaft, sowie der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft zu bleiben wünsche.

3. Verlesung des Begleitschreibens von Herrn Bach zu seinem (s. oben) der Gesellschaft geschenkten Werke.

4. Vortrag von Herrn Stadtingenieur Bürkli über die Grundwasserverhältnisse von Zürich, — ein Vortrag, über den in einem folgenden Hefte ein grösseres Referat erscheinen wird. — Herr Prof. Mousson unterstützt den Wunsch von Herrn Bürkli: es möchten auf der meteorologischen Zentralstation Verdunstung und Einsickerung, dann aber mit verschieden tiefen Gefässen untersucht werden. Auf die Frage, wie sich der Wasserstand im Sihlfeld zum Seespiegel verhalte, antwortet Herr Bürkli, jener sei 10 Fuss tiefer als dieser. Die Frage, ob sich im Zeltweg der Seespiegel auch noch fühlbar mache, wird von Herrn Bürkli verneint.

B. Sitzung vom 12. April 1869.*)

1. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

---

*) In Abwesenheit des Aktuars führt Herr Prof. Zeuner das Protokoll.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift erhalten.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft.

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. XX. 4. 8. Berlin.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft. IV. 1. 8. Leipzig 1869.

Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien.

Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. Bd. XVIII.

Neilreich, Aug. Die Vegetationsverhältnisse Croatiens. 8. Wien 1868.

Heller, Cam. Die Zoophyten und Echinodermen des adriatischen Meeres. 8. Wien 1868.

Von der Ober-Lausitz'schen Gesellschaft in Görlitz.

Neues Lausitz'sches Magazin. Bd. XLV. 2. 8. Görlitz.

Von der Akademie der Wissenschaften in Berlin.

Monatsberichte der k. preussischen Akademie der Wissenschaften. 1869. 1. 8. Berlin.

Von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

Nachrichten von der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. A. d. J. 1868. 8. Göttingen 1868.

Vom Niederländischen meteorologischen Institut.

Nederlandsch meteorologisch Jaarbock, voor 1867. XIX. 2. 4. Utrecht.

Vom niederösterreichischen Gewerbsverein in Wien.

Verhandlungen und Mittheilungen des niederösterreichischen Gewerbvereins. 1869, 12. 13. 14. 8. Wien.

Von Redaktionen.

Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 1869, 13. 14.

Angekauft.

Mémoires de St. Pétersbourg. VIIme série. T. XII.

Agassiz, M. et Mad. Voyage au Brésil. Traduit de l'Anglais. 8. Paris 1869.

Agassiz, L. De l'espèce et de classification en Zoologie. 8. Paris 1869.

Dawson. Acadian geology. 2^{d} ed. 8. London 1868.

Fries, Elias. Icones selectae Hymenomycetum nondum delineatorum. I. 4. Holmiae 1867.

2. Anmeldung von Herrn Prof. Dr Schwarz und Herrn Tuchschmid, Assistent am chemisch-technischen Laboratorium, zur Aufnahme.

3. Herr med. Dr. Schoch theilt mit, dass er in einem kleinen Teiche des Kantons Zürich vor zwei Jahren folgende festsitzende, noch nicht beschriebene Räderthierchen gefunden habe:

1) Eine Floscularia heptabrachiata mit 7 sehr langen, schlanken und kolbig endenden Cilienträgern. Das ganze Thier war ähnlich der Fl. ornata, etwas kleiner, circa $^1/_{10}$—$^1/_{12}$''', mit rundlichem bauchigem Leib und viel kürzer als ornata. Eine Hülle konnte ich nicht finden. Das wesentliche Merkmal bilden also die sehr deutlichen 7 Arme, die dieselbe von allen andern Floscularien unterscheiden, da die beschriebenen 5 (vielleicht auch 6) Arme haben.

2) Anthos quadrilobus. Ein schönes $^1/_6$''' grosses, grossrädriges Thier, mit einem in 4 blumenblattartige Lappen ausgezogenen Räderorgan. Es hat etwa den Habitus, wie Tubicolaria najas, die Lappen des Räderorganes sind aber relativ grösser und mehr kelchartig ausgeschweift; ferner fehlt jede Hülle, es ist nackt. Was aber am charakteristischsten ist, ist der leicht gebogene grosse und einfache (unpaarige) Tentakel, der beim Spiele der Wimpern die Länge der Cilienlappen hat, bei der Contraction des Wimper-

apparates aber steif ausgestreckt bleibt und also nicht verkürzt wird.

3) Tubicolaria coprophila. Das Thier selbst ist im Habitus dem vorigen sehr ähnlich, hat ein grosses 4 blättriges stark ausgeschweiftes Räderorgan, aber zwei kurze Tentakel, wie Tubicolaria najas. Es sitzt in einer linienlangen, ovalen Hülle, die offenbar aus den Fäcalmassen des Thieres gebildet ist und, mit zahlreichen Navicellen incrustirt, einen eiförmigen Körper bildet. In dieser Masse findet man oft 6 bis 10 leicht nierenförmige, dünnwandige Eier des Thieres. Der äusserst dehnbare Fuss bewegt sich frei in der Hülle, zieht bei der Contraction das ganze Thierchen in den Kothklumpen hinein, während er bei voller Ausdehnung sich bis auf 2''' verlängern kann und oft noch ausserhalb des Sackes eine schlangenartige Schlinge bildet.

4) Limnias doliolum. 1/4''' gross. Das grosse Räderorgan dieses Thieres, das so ziemlich den Habitus von Limnias ceratophylli hat, bildet zwei breite Lappen, und unter demselben kommen zwei kurze Tentakel zum Vorschein. Der Fuss ist kurz. Das Thier sitzt in einer sehr hyalinen und regelmässig quergestreiften Hülle, in welche es bei der Contraction sich ganz zurückzieht, während bei der grössten Ausdehnung blos das Räderorgan den Rand des röhrenförmigen, glasartigen Behälters überragt. Die scharfen Querlinien umgeben, etwa 10 an der Zahl, wie Fassreifchen die zarte Hülle. Bei der Contraction bildet die Kopfpartie sechs kurze, hervorspringende Zapfen oder Höcker, die man durch die Hülle durchscheinen sieht.

4. Mittheilung von Herrn Professor Wislicenus. Ueber βDibrombenzol und die Einwirkung von Natrium auf αDibrombenzol. — Ein Referat wird wo möglich nachgeliefert werden.

C. Hauptversammlung vom 26. April 1869.

1. Vorlage der Rechnung pro 1868.

Ausgaben.	Fr. Cts.	Einnahmen.	Fr. Cts.
Bücher	3224. 65	Alte Restanz vom Jahr 1867	71709. 05
Buchbinder	490. 55	Jahreszinse	3204. 97
Neujahrsstück	840. 25	March- u. Verzugszinse	300. 68
Vierteljahrsschrift	1384. —	Eintrittsgelder	120. —
Katalog	— —	Jahresbeiträge	2245. —
Meteorol. Beobacht.	30. —	Neujahrsstück	412. 75
Miethe, Heizung, Beleuchtung	132. —	Katalog	32. —
Mobilien	— —	Vierteljahrsschrift	396. 65
Besoldungen	410. —	Legate	— —
Verwaltung	449. 55	Beiträge von Behörden und Gesellschaften	667. 07
Steuern	— —	Allerlei	223. 60
Passivzinse	— —		
Allerlei	— —		
Summa	6961. —	Summa	79347. 77

Wenn nun von den Einnahmen	Fr. 79347. 97
abgezogen werden die Ausgaben	» 6961. —
so bleibt als neue Schuld pro 1868	Fr. 72386. 77
Es betrug die neue Schuld pro 1867	» 71709. 05
Es ergibt sich mithin pro 1868 ein Vorschlag von	Fr. 677. 72

Die Rechnung wird unter bester Verdankung gegen den Quästor, Herrn Caspar Escher, genehmigt und der Wunsch ausgesprochen, es möge derselbe auch fernerhin die mühsame Verwaltung des Fonds der Gesellschaft besorgen.

2. Herr Bibliothekar Dr. Horner erstattet Bericht über die Bibliothek.

Es wurden auf die Bibliothek verwendet in Summa Fr. 3224. 64, und zwar für

Fortsetzungen	Fr. 2626. 10
Neuanschaffungen	» 598. 54
Zusammen wie oben	Fr. 3224. 64

im Besondern für akademische Sammlungen	Fr.	635. 10
Zoologie	»	658. 79
Botanik	»	273. —
Mineralogie und Paläontologie	»	566. 50
Physik und Chemie	»	184. 10
Mathematik und Astronomie	»	269. 20
Technologie	»	— —
Geographie	»	335. 60
Vermischtes	»	302. 35

Der Herr Präsident verdankt Herrn Dr. Horner den Bericht, sowie die mühevolle Verwaltung der Bibliothek.

3. Kurzer Bericht des Actuars über das Jahr 1868/69, von und mit der Hauptversammlung im Mai 1868 bis und mit der Sitzung vom 12. April 1869. In 16 Sitzungen wurden 14 Vorträge gehalten und 11 kleinere Mittheilungen gemacht. Aufgenommen wurden 6 neue ordentliche Mitglieder, ausgetreten sind 5. Jetziger Bestand: Ordentliche Mitglieder 127, Ehrenmitglieder 31, correspondirende Mitglieder 12. In's Comite wurde gewählt Hr. Prof. Kenngott. Die Oekonomie-, Bücher- und Neujahrsstück-Commission wurde theils bestätigt, theils ergänzt. Im Berichtsjahr wurden die Statuten revidirt und mit Bezug auf die Vierteljahrsschrift der wichtige Beschluss gefasst, dieselbe in Zukunft den Mitgliedern der Gesellschaft unentgeltlich zukommen zu lassen; in Folge des Verkaufes des Rüdens endlich wurde der obere Saal im Zunfthause zur Meise als Versammlungslokal gemiethet. Bericht und Protokollführung werden verdankt.

4. Auf den Antrag des Comite werden die bisherigen Mitglieder, Hr. Prof. Dr. Clausius und Hr. Prof. Dr. A. Fick, beide zur Zeit in Würzburg, einstimmig zu Ehrenmitgliedern gewählt.

5. Zum Präsidenten der Gesellschaft für die nächsten zwei Jahre wird im ersten Scrutinium der bisherige Vicepräsident, Hr. Prof. Dr. Bolley, gewählt.

6. Zum Vicepräsidenten für die nächsten zwei Jahre wird im dritten Scrutinium Hr. Prof. Dr. Wislicenus ernannt.

7. Hr. Prof. Zeuner dankt der Gesellschaft für die ihm während seines Präsidiums bewiesene Nachsicht, sowie für das bereitwillige Entgegenkommen der Mitglieder, die er um Vorträge etc. ersuchte.

8. Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke.

Von Hrn. Prof. Pavesi in Lugano.

Canestrini, Giov., e **Pavesi**, Pietro. Araneidi Italiani. 8. Milano 1869.

Von Hrn. A. Quêtelet, Director des Observatoriums in Brüssel.

Observations des phénomènes périodiques, pendant les années 1865 et 1866.

Annales météorologiques de l'observatoire royal de Bruxelles.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift erhalten.

Von der Akademie in Bruxelles.

Bulletin. T. XXV. XXVI.

Annuaire pour 1869.

Von der Bayerischen Akademie.

Sitzungsberichte. 1868, II. 3. 4.

Von der Royal geogr. Society in London.

Proceedings. Vol. XII, 5. XIII, 1.

Von dem naturhistorisch-medizinischen Verein in Heidelberg.

Verhandlungen. Bd. V. 1.

Von dem naturwissenschaftlichen Verein in Bremen.

Abhandlungen. II. 1.

Von Redaktionen.

Schweizerische polytechnische Zeitschrift. XIV. 1. 2.

Der Naturforscher. Merz 1869.

Angekauft.

Oeuvres de Lagrange. Publié par J. A. Serret. 3 volumes. 4. Paris 1867.

Gervais. Zoologie et Paléontologie générales. I. 8. 9.

Schimper, W. Ph. Traité de paléontologie végétale. T. 1. et Atlas. 1. 2. 8. et 4. Paris 1869.

Heuglin, M. Th. v. Ornithologie Nordost-Afrika's. Lief. 1. 2. 8. Cassel 1869.

Prechtl, J. J. R. v. Technologische Encyclopädie. Supplementband 5.

Bruhns, Dr. C. Johann Franz Enke. 8. Leipzig 1869.

9. Hr. Prof. Dr. Schwarz und Hr. Tuchschmidt, Assistent am chemisch-technischen Laboratorium, werden einstimmig zu ordentlichen Mitgliedern gewählt.

10. Hr. Fritz theilt über die Vertheilung der Gewitter mit:

Bekannt sind folgende Gesetze: Die Gewitter nehmen an Zahl mit Zunahme der geographischen Breite ab; sie stehen im Zusammenhange mit den Regen- und Schneefällen; sie nehmen innerhalb gewisser Grenzen von den Küsten aus nach dem Innern der Continente hin zu; sie sind abhängig von lokalen Verhältnissen, Luftströmungen, Gebirgszügen, Wetterscheiden und vielleicht auch von den Bodenarten etc.

Eine Ergänzung der Zusammenstellungen von Arago, Kämtz und Kuhn gibt folgendes allgemeine Bild über die jährliche Vertheilung der Gewittertage für die verschiedenen Länder.

Land.	Zahl der Tage mit Gewittern per Jahr.	Zahl der Beobachtungsorte.	Zahl der Beobachtungsjahre.
Azoren	6	1	1
Portugal	2–3	2	1
Spanien	15	22	1
Frankreich, Süd-	16	3	6—9
» Nord-	17	7	8—76

Land.	Zahl der Tage mit Gewittern per Jahr.	Zahl der Beobachtungs-orte.	Zahl der Beobachtungs-jahre.
Schweiz, nördlich des eigentlichen Hochgebirges	19	15	6—52
» im Hochgebirgszuge	7	15	2—25
Holland	18	4	7—29
Belgien	21	7	4—31
Italien	38	4	11—50
Griechenland	31	2	5—10
Ungarn	22	3	11—14
Oesterreich, südlich der Donau	23	13	4—91
» nördlich » »	24	5	4—51
Baden	22	4	17—32
Württemberg	22	29	4—73
Bayern, südlich der Donau	21	10	7—57
» nördlich » »	20	7	4—25
Rheinland, Hessen, Westphalen	19	16	5—73
Sachsen	17	18	3—29
Provinz Schlesien	21	3	11—12
Hannover	15	2	13—20
Schleswig-Holstein, Meklenburg, Hansestädte	13	4	10—38
Provinz Sachsen u. Brandenburg	17	3	8—120
Westpreussen	13	1	15
Grossbritannien	7	6	5—25
Norwegen, südlich + 63°	4	9	3—30
Schweden, südlich + 60°	8	3	8—21
Island			
Finnland	8	2	?—12
Kurland, Esthland u. Petersburg	11	5	4—102
Grossrussland, nördlich + 60°	10	2	?—15
» südlich + 60°	23	3	5—9
Westrussland	16	1	11
Kleinrussland	9	1	13
Südrussland	16	3	4—11

Land.	Zahl der Tage mit Gewittern per Jahr.	Zahl der Beobachtungs-orte.	Zahl der Beobachtungs-jahre.
Kasan	17	3	1—8
Perm (Ural)	25	3	11—11
Georgien (Tiflis)	55	1	6—
Altai	19	2	7—11
Irkutzk	9	1	2
Jakutzk	5	1	15
Nertschinsk	23	1	10
Kleinasien	20	2	1
Astrabad	7	1	8
Ost-Turkestan	beinahe 0	—	—
Unter-Mesopotamien	12	2	2
Peking	20	1	16
Eiland Decima (Japan)	7	1	10
Hindostan	56	2	1
Borneo	54	1	9
Sumatra	86	2	3—4
Java	97	3	6—17
Amboina	15	1	1
Aegypten	sehr selten.		
Cairo [1])	3	—	mehrere.
Goldküste	52	2	3—4
Südguinea	32	1	—
Capstadt	13	1	15
Sitka	1,5	1	9
Canada	23	1	?

[1]) Zwischen Cairo und dem 17. Grad nördlicher Breite kommen an vielen Orten oft in Jahrzehnten keine Gewitter zum Ausbruche, so zu Assuan und Esne (+ 25°) nur etwa in den Jahren 1807, 1803, 1821 und 1838. Südlich des 17. Grades nimmt dann die Häufigkeit in den Nilgegenden schnell zu; sie werden, namentlich bei Beginn und gegen Ende der Regenzeit, so häufig, dass D'Abbadie in Aethiopien durchnittlich im Jahre 300 Gewitter erlebte.

Land.	Zahl der Tage mit Gewittern per Jahr.	Zahl der Beobachtungsorte.	Zahl der Beobachtungsjahre.
Verein. Staaten, nördl. + 40°	33	3	13—35
» » südl. + 40°	38	3	1—20
Westindien	36	3	mehrere
Rio Janeiro	51	—	6
Parana	32	—	—
Buenos-Ayres	23	—	7
Tucumana	25	—	—

Chili und Peru. An einem grossen Theile der Küste sehr selten oder ganz unbekannt; im Innern und nach Süden wieder häufiger.

Melbourne (Australien)	16	—	5

Die nördlichsten Grenzen beobachteter Gewitter sind: Cape Ogle (+ 60°) Nordamerika; Island; Spitzbergen; Novaja Semlja; die sibirische Eismeerküste, und bei Nischne Kolymsk erlebte Wrangel auf dem Eise ein Gewitter.

Während in diesen hohen Breiten Gewitter sehr selten vorkommen, häufen sich dieselben, wie obige Zahlen zeigen, gegen den Aequator hin sehr, sodass auf den Sunda-Inseln bis zu durchschnittlich 100 Gewittertage gezählt werden, wobei öfters an einem Tage mehrere Gewitter zum Ausbruch kommen. Eine ähnliche Abnahme der Häufigkeit der Gewitter findet statt von dem Festlande in das offene Meer hinein. Fehlen in Nordafrika die Gewitter theilweise ganz, so sind hier die Chamsine eigenthümlicher Weise die Träger bedeutender Elektrizität (Russegger, Siemens).

Nach den verschiedenen meteorologischen Verhältnissen der einzelnen Erdtheile wechselt die Vertheilung der Gewitter in Bezug auf die Jahreszeiten sehr. Eine Linie, welche die Westküste Norwegens von Norden nach Süden in geringer Entfernung vom Meere durchzieht, dann über das nördliche Grossbritannien, durch Irland, dicht an der französischen Küste vorbei, sich entlang der spanisch-portugiesischen Grenze hin fortsetzt, dann, sich rasch wendend,

durch das südliche Spanien, über die Palearen, Süditalien, Griechenland vorbeiziehend in Kleinasien eindringt, gibt etwa die Grenze der Region, ausserhalb welcher nach dem atlantischen Ozean und Afrika hin die Wintergewitter vorherrschend oder doch sehr häufig sind. Eine Linie von Drontheim über die Insel Oeland, Warschau, Pesth und von da zum nördlichen Theile des schwarzen Meeres gezogen, bestimmt die Grenzen, ausserhalb welchen nach Osten hin keine Wintergewitter vorkommen, welche ebenfalls im grössten Theile der Hochalpen fehlen. Innerhalb dieser Grenzen hat Europa vorherrschend Gewitter im Sommer, ohne Ausschluss von Wintergewittern.

In Centralafrika sind die Gewitter am häufigsten im März, April und September bis December.

In China und Ostindien bringen Juli und August, in Japan Mai, August und September die meisten Gewitter; in Untermesopotamien fallen die meisten Gewitter auf den Frühling.

Auf den Sunda-Inseln kommen die Gewitter während des ganzen Jahres vor und wechseln mit den Moussonen; so hat Buitenzorg das Maximum im October und November, Padang (Sumatra) im März, April und October bis December.

Sitka hat die meisten Gewitter im November; die Vereinigten Staaten im Juni und Juli; Rio-Janeiro im December und Januar; ebenso entspricht in Australien die Häufigkeit der Gewitter dem dortigen Sommer.

Auf die Frage von Hrn. Prof. Escher v. d. Linth, ob die Behauptung, dass Entwaldung die Häufigkeit von Gewittern mitbedinge, begründet sei, antwortet Hr. Fritz: es liegen zur Zeit nicht genug Beobachtungen vor, um darüber entscheiden zu können. [C. Cramer.]

Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte. (Fortsetzung.)

179) Horner, Kamtschatka, in der Awatscha Bay, im Hafen Peter und Paul, 1804 VIII 15. (Fortsetzung.) Ueberhaupt ist keiner, der nicht jetzt schon die Reise von Hertzen satt hätte; das kömmt aber alles von der übermässigen Gesellschaft und dem Gefolge des Gesandten nach Japan her. Krusenstern hat davon viel Verdruss und Gefahr gehabt, und beynahe wären wir zu Lande nach Hause gezogen. Ich gab Pension und Alles auf. Denn ich hielt ganz die Parthie unsers verfolgten Capitains. Mit ihm und seinen Offiziren wollt' ich gern alles Ungemach ertragen. Aber das andere Volk gefällt mir nicht. Ein Vergleich, den Krusenstern der guten Sache zum besten nicht ohne grosse Selbstverläugnung einging, hat die Sache endlich wieder zu dem vorigen Plan zurückgeführt. In 8 Tagen segeln wir aus nach Japan zu, wo wir überwintern werden. Im Frühjahr geht es wieder hieher, und dann nach Kodiak an Nordamerika hin um Felle einzunehmen; von da nach China, und dann nach Hause; ob um Afrika herum oder durch die Südsee zurück, wird von der Jahreszeit und den herrschenden Winden abhängen. Im übrigen bin ich, seitdem ich meine Zähne los bin, gesund und wacker; habe auch meinen Trotz niemals in den tollsten Schmerzen fahren lassen. Der Himmel lasse mich nur gesund bleiben, so werde ich meinen Kopf nicht verlieren, und spiele mit meiner fröhlichen Gleichgültigkeit immer Victoria. Sonst ist es ein heilloses Leben auf einer solchen Reise. Immer Appetit und wenig oder schlecht zu essen. Einer ärgert sich an dem andern, und die besten Freunde werden an einander irre. Und das kömmt alles vom Magen, und dem engen Platze her. Eben dieser Beschränktheit des Raumes wegen ist auch fast immer bei mir eine erschreckliche Ordnung. Ich schlafe mit Büchern, Fernröhren und Schnapsbouteillen zusammen. Hätte ich nur bloss den Platz, den ich in Europa unter meinem Bette hatte, ich

gäbe gleich 100 Thlr. dafür. Auf den Boden darf man auch nichts rechtes setzen, weil gelegentlich einmal Wasser hineinkömmt. Alles muss fest sein, sonst fällt es im Sturme unter einander, Neigungen von 42° sind keine Kleinigkeit. Sonst ist für Segeln und Seehalten unsere Nadeshda vortrefflich. In meiner Cajütthüre sind hölzerne Fenster, weil wir kein Glas mehr haben. Die Leute sind mir darein gefallen. Es ist eine wahre Camera obscura. — Doch genug von meinen Herrlichkeiten. Ich wünsche allen meinen Freunden Gesundheit und Wohlergehen. Und das mit besonderer Kraft denjenigen, welchen ich so viele Freundschaftsdienste und so manche angenehme Stunde verdanke. Ich erfahre immer mehr, welche Vortheile mir der verlängerte Aufenthalt in Hamburg verschaffte. Es ist die hohe Schule für Menschenkenntniss. Ich finde überall den Egoismus und den Geist des eignen Vortheils, und es befremdet mich nicht. Indem ich moralischguten und gantz honetten Leute nach guten, die Halbguten und die Bösen nach schlechten Prinzipien beurtheile, so errathe ich ihre Handlungen und ihr Verhältniss zu mir. Und das hätte ich sonst nicht leicht und für wolfeiler Geld gelernt als in Hamburg. — In einigen Tagen gehen wir von diesem elenden Flecke der Welt weg, und sind wieder in See. Da ist man doch am Besten. Jeder hat da zu thun, und die, welche für Ballast mitgehen, sind da am frommsten. Noch auf jedem Ankerplatze haben wir Streit und Unheil gehabt.

Horner, Canton, 1805 XII 25. Als wir von Kamtschatka absegeln wollten, verwandelte sich das Wetter plötzlich in einen Windstoss mit dickem Schneegestöber, so dass wir das nahe Ufer verloren: Strom und Wind vereinigt brachten uns daher auf die hervorragende Ecke einer Sandbank. Wir sassen da 16 Stunden. Pérouse hat A. 1787 auf der nämlichen Stelle 15 Stunden festgesessen. Da die Wellen, vom Lande beschützt, nicht gross werden konnten, so kamen wir ohne Schaden davon; und dieser Aufenthalt

die Nähe mehr verliert als gewinnt, nichts besonderes profitirt, als was ich bezweckte, nämlich die Ansprüche auf die Erfüllung des gemachten Contracts. Sonst habe ich ausser ein paar recht honetten, und ein paar weniger zuverlässigen Menschen, etwa ein Halb Dutzend gemeine, mehr oder weniger böswichtige Thierchen (von den rohen Natursöhnen) kennen gelernt, mit welchen man auf keinem guten Wege zurecht kommen kann, und gegen welche bloss Ein System hilft, nämlich, für eine Kleinigkeit gleich auf das letzte Ende zu gehen, oder, unter den Wölfen den Wolf zu machen. — Die Schiffsaffairen habe ich aus Liebhaberey ziemlich kennen gelernt, und würde, wofern ich 10 Jahre jünger und sicher vor Zahnweh und Migräne wäre, ganz gewiss meine eigenen Spatzierfahrten ausführen. Denn das Seeleben gefällt mir wohl, und auf mein Glück baue ich auch etwas, und dies letztere thut immer nebst der Vorsicht, das meiste bey der Sache. — Ich fahre fort, den in Canton angefangenen Brief zu complettiren: Nachdem wir in Canton uns von den Chinesen hatten hinreichend chicaniren und prellen lassen, gingen wir im Begleit der Newa, welche Ende Dec. angekommen war, den 12. Febr. 1806 von dannen. Die chinesische See ist der Stürme und Klippen wegen eine der gefährlichsten in der Welt; noch jährlich stranden Europäische Schiffe in diesem so befahrnen Gewässer. Wir kamen jedoch glücklich durch, und verliessen alle wohlbehalten den 6. März die Strasse Sunda, einen Ort, der in allen Nachrichten für höchst ungesund und verpestet ausgeschrieen wird. Mit günstigen Stürmen flogen wir nach dem Vorgebürg der guten Hoffnung, eigentlich dem Vorgebürg der Stürme (ehemals Cap dos Tormentos), welches wir den 19. April bey schönem Wetter vorbeysegelten. Der ungewissen Kriegsläufe halber wagte es unser Capitain nicht, dort einzulaufen, sondern wir erholten uns erst in St. Helena, wo wir vom 4. bis 7. May blieben. Die kleine, reinliche Stadt zwischen ungeheuren vulkanischen Felsen gibt einen romantischen Anblick. Wir

kauften uns dort theure, aber im heissen Klima sehr heilsame Erfrischungen. Bey der Durchfahrt oberhalb England an den Orca-Inseln trafen wir fast täglich Caper und kreutzende Englische Fregatten an, welche uns ohne Noth allarmirten; denn mit Franzosen hätten wir fechten müssen. Vorgestern endlich berührten wir das alte Europa. — So viel von uns. Nun aber, theuerster Freund! lassen Sie mich auch von Ihnen hören. Was machen alle die schönen Projekte, Ihre neuen Instrumente, Ihre Chronometer, Ihre grossen Objective, Ihre Spiegelteleskope und grossen Achromaten? Ich habe aus alten Zeitungen mit Schmertzen gesehen, wie sehr das arme Hamburg von den habsüchtigen Weltregierern gedrückt. Ich zwinge mich, die ärgerlichen Zeitungen zu lesen. Ich unterdrücke hier eine Menge Gedanken, die mein Schweitzerblut kochen machen. Unterdessen kann nichts helfen, als guter Muth und Geduld. Was sehr schlimm ist, kann nicht so lange währen; und der freche Tod wird doch zuletzt all der Helden und Vielfrässe Meister. — Es sieht darnach aus, dass ich zu meinen Penitentz-Jahren noch ein halbes hinzufügen muss. Ich habe den Himmel um beinahe drey Winter betrogen: Er wird mir sie in Einem wiedergeben. Schade wirds nicht seyn, eine neue Lage zu probiren, obgleich ich das Umtreiben ziemlich müde bin.

Repsold, Hamburg 1806 VIII 15. Zur grössten Freude kam vorgestern meine Frau jauchzend mit einem Briefe von Ihnen; denn nichts konnte mir angenehmer seyn als meinen besten Freund von einer langen gefahrvollen Reise zurückkommen zu sehn. — Sie haben in den 3 Jahren sehr viel erfahren und zugleich den Grund Ihres ganzen Glückes gelegt; ich habe Ihre Abwesenheit tief gefühlt, denn in manchen Fällen hätte ich gerne einen guten Rath von Ihnen gehabt, und ich habe empfunden was es heisst einen Freund zu verlieren. — Meine Frau hat mir vor zwei Jahren einen kleinen netten Jungen geboren (Georg! — Frau Eleonore fügt dem Briefe Ihres Mannes unter Andern bei: »Unsere

Friederike, wenn Sie sich ihrer noch erinnern, lässt Ihnen, obgleich sie persönlich nichts mehr von Ihnen weiss, dennnoch grüssen, und der kleine Junge sagt seiner Schwester nach: Georg auch grüssen.«). — Es werden jetzt sehr schöne Uhren in der Schweitz verfertiget selbst mit einer Art von Compensation. Sie gehen recht gut für den gewöhnlichen Gebrauch und übertreffen bei weitem die bisherigen. — Benzenberg ist Professor in Düsseldorf geworden und hat eine grosse Vermessung vorgenommen. Brodhagen ist gestorben und an dessen Stelle ist Hipp erwählt. Olbers hat seine medicinische Praxis aufgegeben, und wird jetzt wohl noch mehr seine Lieblings-Wissenschaft cultiviren.

Horner, Petersburg im Herbst 1806. Ich bin nun schon vier Wochen in Petersburg, ohne recht zu mir selbst zu kommen. Obgleich es mir an Zerstreuungen, d. h. Landparthien und Mahlzeiten, nach der hiesigen Gastfreiheit nicht fehlt, so kann ich doch nicht sagen, dass es mir hier sonderlich gefalle. In Hamburg und Kopenhagen lebt man angenehmer. Es herrscht hier wenig Freiheit und eigenes Vergnügen, und dabei braucht man noch sehr viel Geld. Alle Betreibungen gehen äusserst langsam, und man hat Mühe sich zwischen den beständigen Antagonien der hiesigen grossen Herren so zu halten, dass nicht der eine hintertreibe, was man mit dem andern erreichen soll. Da ich von meiner Pension hier nicht leben kann, so bin ich genöthigt mich zum Adjuncten der Academie aufnehmen zu lassen, was für ein paar Abhandlungen jährlich 1000 Rubel einbringt. Dieses aber bindet mich einigermassen, sodass ich, ohne der Sache eine besondere Wendung zu geben, so leicht nicht von hier wegkommen kann: Dazu ist freilich noch Rath, und ich bin auch nicht gewiss, ob meine Gesundheit mich mit der Zeit nöthigen wird, weiter nach Süden zu ziehen. — Die Chronometer welche wir auf der Reise hatten, zwei Arnold's und ein Pennington, waren nicht übel, doch hatten sie alle die Eigenschaft, dass sie für eine etwa zwei Tage anhaltende

Aenderung der Temperatur ihren mittlern Gang änderten, z. E. für 1° R Zunahme der Wärme um etwa $^{1}/_{2}{}^{s}$ schneller gingen: Dies muss wol von Oel oder Unreinigkeiten herrühren. Bey ihrem ersten Eintritt ins heisse Klima bis Brasilien änderten sie ihren Gang von 7 bis auf 20 und 24^{s}, zwei derselben zum avanciren, einer zum retardiren. Nachher blieben sie immer zwischen 18 und 24^{s}, bei anhaltenden Temperaturen von + 23° R, und auch bei + 2,4 und 6° R. An beiden Arnold's war die Hauptfeder sehr stark angezogen, vermuthlich um die kleinern Anomalien zu überwinden, und auch um auf einer so langen Reise die Wirkungen des unvermeidlichen Staubes unschädlich zu machen. Dies hatte zur Folge, dass in Kamtschatka die Feder des einen Chron. sprang (sie wurde nachher in Canton von einem Engländer Ilbury wieder ersetzt); der andere Chron. aber bis nach Europa seinen alten Gang beibehielt: dagegen machte der Pennington bei der etwas kühlen Temperatur am Vorgebürg der guten Hoffnung bedeutende Sprünge. — Ich habe nun freilich die Reise um die Welt gemacht, aber dies ist Krusenstern's Reise: ich muss noch meine eigene machen, und die geht nach Südamerika. — Als ich, nicht ohne eine Art von phlegmatischer Trauer am Vorgebürg der guten Hoffnung vom südlichen Himmel Abschied nahm, dachte ich daran, dass seit 60 Jahren niemand dieses Stern-Revier durchgefegt habe, — welche Fortschritte sind seitdem in der Astronomie nicht gemacht worden? welch ein Unterschied zwischen den damaligen und jetzigen Instrumenten? Die Genauigkeit der heutigen Beobachtungen, ihre Vollständigkeit, und die Untersuchung über die eigene Bewegung der Fixsterne machen eine Revision der südlichen Parthieen durchaus nothwendig. — Das sind allgemeine Rücksichten; ich habe noch meine eigenen. Sie wissen, dass ich nicht eine so verzehrende unbedachte Lust besitze, mein ganzes Leben und mein zeitliches Wohlbefinden dem einseitigen Betreiben einer einzigen Wissenschaft aufzuopfern; Sie wissen auch,

in welchen Verhältnissen ich gegen Zach stehe, welchem ich mein ganzes Glück zu danken habe. Es würde nicht gut aussehen, wenn ich nun für eine geraume Zeit wieder mich zurückzöge und nichts von mir hören liesse. Wie viel besser wäre es daher, wenn ich mit der Arbeit von einigen Jahren von diesen moralischen Anforderungen, die Zach an mich hat, mich loskaufen könnte, um noch vor Thorschluss, nachdem ich in der Welt gethan, was überhaupt nur zweimal und seit einem halben Jahrhundert gar nicht geschehen ist, — mich ein bischen zur Ruhe zu begeben, und ein vernünftig' Leben anzufangen, wobey man doch noch den Wissenschaften dienen könnte. Sterne gucken muss ich auch in Europa, wo schon das meiste ausgeguckt, und der Himmel schlecht beschaffen ist. Wie viel besser die nemliche Mühe auf einen fruchtbaren Endzweck zu verwenden! Ich habe nun, sowohl aus öconomischer Nothwendigkeit als auch in Rücksicht auf diesen Endzweck mich bei der Academie annehmen zu lassen nicht refüsirt; die Leute denken, welche Wunder ich hier in der Astronomie bewirken soll. Der hiesige Astronom S., der schon Zach's wegen mein Freund nicht ist, wünscht mich lieber weit weg. Ich kann also durchaus nichts besseres wünschen, als dass ich meine Dienste gegen die Academie unter einem günstigern Himmel, und entfernt von Schikanen erfüllen möge, und ich habe keine Lust an dem hiesigen Himmel meinen Credit zu blamiren. — Krusenstern, der die Sache für sehr wohl zu erreichen hält, hat bereits dem Grafen Nowositzof, der Präsident der Academie und ein vielvermögender Mann ist, davon Nachricht gegeben; auch andere Leute glauben, dass man eine solche Expedition mit Vergnügen unterstützen werde. Noch bin ich nicht im Gang um meine Sache selbst betreiben zu können. Die Zeit wird alles helfen. — Ich warte sehnlichst auf Zach's Antwort über dieses Vorhaben. Hier werden allerlei anzügliche und verkleinernde Nachrichten über Zach verbreitet, welche der Correspondent der Academie, Bode,

sich nicht geschämt hat officiell zu überschicken. Zu diesem Häuflein der verfolgten Christen wird nun wohl auch Ihr Nachbar R getreten sein, der es wegen seiner Pralerey mit dem Problem der Monddistanzen in Z. Journal eine Nase bekommen hat. — Das Corps der Offizire von der Suite des Kaisers besitzt einen hübschen Bordaischen Kreis von Troughton; ich werde suchen denselben zwischen die Finger zu bekommen. Man kann damit über Winter die Polhöhe von Petersburg machen; um doch etwas zu thun, was die hiesigen Theoretiker nicht im Stande sind. Hier haben die Leute bey Sternwarten nichts als babylonische Thürme im Kopf. Wenn ich Lust hätte ein paar Jährchen zu warten, so könnte man hier noch mancherlei zu stande bringen: meine praktischen Künste sind hier nicht unfruchtbar. Nur geht alles jämmerlich langsam.

Repsold, Hamburg 1807 VI 24. Schon seit langer Zeit wünschte ich die Wirkung der Spiegelteleskope gegen achromatische Fernröhren in Erfahrung zu bringen. Ich bat den Prof. Hipp, der vor etwa 2 Jahren ein ganz nach englischer Art gemachtes, 6füssiges Teleskop von Lilienthal bekommen hatte, von welchem Harding bei seinem Hiersein die Wirkung sehr lobte, mir selbiges zu leihen. Ich zweifelte nicht, dass mit diesem vortheilhafte Proben für die Spiegelteleskope erfolgen würden. Aber wie sehr fand ich mich betrogen, wie ein 3füssiges achrom. Fernrohr mehr wie dieses leistet. — Ich bin über den vorhabenden Plan noch eine Reise nach Südamerika zu machen mit Ihnen nicht gleicher Meinung. Sie haben die Erde hinlänglich bereiset, und es kann Ihnen gewiss nicht verdacht werden, wenn Sie jetzt die übrigen Tage Ihres Lebens ruhig den Wissenschaften widmen. Die Nordländer würden freilich dadurch ein richtiges Verzeichniss der südlichen Sterne, welches ihnen aber wol nicht viel nützen kann, erhalten. Es sind im ganzen aber erst wenige der nördlichen Sterne gut bestimmt, und das Heer der 6. bis 10. Grösse ist noch sehr vernachlässigt,

dieses liefert noch hinlängliche Beschäftigung, und es wäre sehr der Mühe werth, vorzüglich da heutiges Tages noch immer mehrere Planeten-Stücke aufgefunden werden, sich daran zu machen. Eine genaue Bestimmung der Grösse der Sterne würde gleichfalls sehr vortheilhaft sein; ich gedenke, wenn die Umstände es erlauben wollen, Ihnen zur Probe gelegentlich einen Lichtmesser zu übersenden.

Horner, Zürich 1809 VIII 16. Nach einer Reise von 15 Tagen (seit Hamburg) befinde ich mich hier zwischen meinen alten Umgebungen. Noch kann ich nicht sagen, ob es mir hier besser als anderswo behage, weil ich in den ersten Tagen meines Hierseyns von einem rasenden Kopfweh geplagt wurde, mich auch, um nicht von neugierigen Narren gequält zu werden, ziemlich enge eingesponnen habe. — In Göttingen habe ich leider unsere Freunde Gauss und Schumacher nur sehr kurz gesehen. Die persönliche Bekanntschaft dieser beiden Männer hat mich gar sehr wünschen gemacht, dass sie meine Freunde sein und bleiben möchten. Schumacher hat mir versprochen auf's nächste Frühjahr nach der Schweiz zu kommen, und Ihre Ankunft im Juli abzuwarten. Das sollte mich sehr freuen. — Ich habe in dem Hause meiner Mutter eine helle und bequeme Stube auf der Erde vorgefunden, die zu einer Werkstätte vortrefflich ist; sie ist ganz auf festem Grunde ohne Keller, eine getäfelte Stube mit der stillen Aussicht in einen kleinen Garten an ein Traubengeländer. Leider will es mir noch nicht gelingen einen passabeln Schraubstock aufzufinden; die deutsche Fabrikation in diesem Artikel ist infam. Sonst ist in der Schweiz eine Eisengiesserey, die weiches, feilbares Eisen giesst, und von der ich gute Sachen gesehen habe. An geschickten Schlossern, Tischlern und andern solchen Leuten fehlt es hier nicht. Ich wünsche sehr noch die Fabricken in Lachaux de fond zu sehen, wo die Uhrenmacherwerkzeuge gemacht werden, und wo man auch grosse Sachen arbeitet.

(Fortsetzung folgt.) [R. Wolf.]

Astronomische Mittheilungen

von

Dr. Rudolf Wolf.

XXV. Beobachtungen der Sonnenflecken im Jahre 1868 und Berechnung der Relativzahlen und Variationen dieses Jahres; definitive Bestimmung des letzten Minimums, und Bemerkung über eine eigenthümliche Anomalie der Sonnenfleckencurve; Bestimmung der Fadendistanzen am Kern'schen Meridiankreise, und Untersuchung einer eigenthümlichen Anomalie, die bei Ermittlung der Personalgleichung eintreten kann; verschiedene Beobachtungen; neue Studien Weilenmann's über die Refraction; Fortsetzung der Sonnenfleckenliteratur.

Die Häufigkeit der Sonnenflecken konnte von mir oder meinem Assistenten, Herrn Meyer, im Laufe des Jahres 1868 an 273 Tagen beobachtet werden, und ausserdem erhielt ich von den HH. Hofrath Schwabe in Dessau, Weber in Peckeloh (s. 249 der Lit.) und Schmidt in Athen (s. 250 der Lit.) eine ziemlich grosse Anzahl werthvoller Ergänzungen, so dass ich schliesslich für 343 Tage über vollständige, zum Theil sogar über mehrfache, und noch an 2 Tagen wenigstens über theilweise Beobachtungen verfügte, somit nur bei 21 Tagen (6 im Januar, 1 im Februar, 1 im März, 2 im Oktober, 9 im November, und 2 im Dezember) in gänzlicher Unkenntniss über den Fleckenstand der Sonne blieb. — Wie bei den Berichten über

Sonnenfleckenbeobachtungen im Jahre 1868.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1	—	1.2	2.2 †	2.39	2.5	5.32	2.6 *	2.23	0.0	4.33	6.97	5.17 w
2	1.1 †	1.3 *	1.4 †	3.21	2.2	4.31	3.25	2.28	2.16	3.18	6.72	2.2 *
3	1.2 *	1.4 *	1.6 †	2.32	1.1	2.7 *	2.30	1.10	2.30	3.10	6.68	4.29
4	1.2 *	1.3	1.5 †	2.39	3.5	4.31 w	1.7 †	1.12	1.17	3.7 †	4.20	3.11
5	1.3 *	1.8	—	3.32	3.7	2.14	0.0 *	2.18	3.25	2.3 †	4.8 *	2.3 *
6	—	1.2	2.3 *	4.21	3.8	1.8	0.0	1.3 *	3.27	3.3 *	4.4 †	2.3 *
7	—	1.1	0.0	4.11	1.4 *	2.8	0.0	1.16	3.35	3.3 *	—	3.3 †
8	—	1.2	0.0	3.10	1.32	4.5 †	0.0	2.10	3.27	3.3 †	—	4.9 *
9	2.73 w	0.0 *	1.6	1.2 *	1.33	2.7 w	0.0	2.10	3.10 *	3.5	—	—
10	—	1.4 *	1.4 †	1.5 †	2.39	2.3 †	0.0	2.18	5.33	3.3	—	6.21 *
11	2.7 *	1.1 †	2.15	1.8 *	2.50	0.0 *	0.0	1.14	6.32	4.4 *	—	5.15 *
12	1.4 †	1.1 *	1.4 †	2.10 †	2.15	0.0	0.0	1.2 †	5.31	5.10	2.9 †	5.17 *
13	—	1.1	2.15	2.8 *	2.10	1.3	0.0 *	1.15	5.44	3.4 *	2.8 *	6.14 †
14	2.4 *	0.0	2.15	2.11 *	1.1 *	1.2	0.0	1.30	4.10 †	2.2 *	2.9 †	5.9 †
15	1.2 †	0.0	2.31	2.11 *	1.8	1.1	1.2	3.41	4.9 *	2.2 *	3.10 *	5.8 †
16	0.0	0.0	2.38	2.63	1.4	2.5	1.7	3.28	5.27	2.3 *	3.11 *	6.27 w
17	0.0	1.1	3.28	2.47 w	2.13	2.11	2.18	2.16	4.22	2.16	3.9 *	1.1 *
18	0.0	2.22	1.29 w	3.49 w	2.20	2.12	3.20	4.8 †	3.6	2.5 *	4.10 †	—
19	0.0 *	2.19	1.6 *	2.26 w	2.27	3.12	3.6 *	4.4 †	2.4 *	3.36	5.16 †	1.2 s
20	0.0 †	—	2.9 *	1.12 †	2.19	2.15	3.24	4.26	3.16	—	3.5 †	4.7 w
21	0.0 †	2.3 *	2.15	1.16	2.3 *	1.2	4.27	3.6 †	2.14	3.52	4.7 †	5.— *
22	0.0 *	2.9	0.0	1.32	2.10	2.18	3.37	3.18	2.9 †	4.39	3.3 †	6.51 w
23	0.0 †	1.4	1.7 w	2.18	1.8	2.14	2.24	2.16	2.3 *	5.47	3.3 †	5.73 w
24	0.0 *	1.1 *	1.8	1.3 †	0.0	2.5 †	3.43	2.14	3.20	3.5 *	4.5 *	4.— *
25	0.0 *	2.7 s	1.6 *	1.2	0.0	3.20	3.43	3.6 †	2.20	4.7 †	6.21 w	4.37
26	0.0 †	0.0 *	1.25	1.2 *	0.0	1.30	3.48	3.10	2.18	4.11 *	6.31 w	6.45
27	1.2 †	2.6	1.9 †	1.2 *	1.12	1.21	2.44	5.35	3.4 †	6.20 †	—	5.10 *
28	0.0 *	2.5	2.6 *	1.6	2.17	3.35	2.15	3.13	2.14	7.91	—	8.22
29	0.0 *	1.7	2.8 *	2.4 *	1.1 *	3.22	3.11	2.5	3.26	6.20 †	—	6.9 *
30	2.5		2.9 *	2.3 *	4.18	3.34	2.3 *	1.2 w	4.22	7.28 *	—	5.27 w
31	1.2 *		2.31		3.18		2.11	1.1 †		—		5.23 w
Mittel	12,2	16,4	28,7	39,4	30,3	31,7	32,2	38,6	52,6	60,5	67,9	68,4

Sonnenfleckenrelativzahlen im Jahre 1868.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1	—	12	19	59	20	64	47	43.39	0	78	157	50
2	16	18.16	28	56	20	74.60	56.55	48	40	52	121	61
3	18.18	21	25	59.59	10.24	62	51	32	53	40	128	69
4	18	13	19.24	59	32	53	36	36	38	45	95.94	41.50
5	19	18	—	64	36	39	15	41	47.51	38.44	66	34
6	—	12	24	57	36	34	4	25.32	62	45	60	43
7	–	10.10	4	47	24	37.36	0.4	25	57	50	—	43
8	—.70	7	7	36.37	38.41	43	0	34	57	38	—	63
9	70	4	15.16	21	44	25	0	38	58	36	—.—	—.77
10	—	15	22	23	62	29	0	38	71.71	38.44	—	102
11	46	7	31	32	64	0	0	26.34	88	52	—	102
12	18	12.9	17	37	40	5.10	0.1	30	80	56	36	100
13	—.25	11	36	50.48	30.37	12	0	37	95	57	42	102
14	24	0	35.38	63	27	6	7	50	65	33	52.55	94.87
15	11	0	48	60	26	10	12	81	70.70	27.35	70	72
16	0	0	56	83	19	22	24	89.68	65	28	73	65
17	0	9.17	58	56	30	32.27	33.34	62	56	31	58	16
18	0.0	42	29	59.59	35.32	34	49	56	36	40	74	—
19	0	32	23.36	55	39	39	50	55	39	66	90.73	12.21
20	0	—	37	40	36	39	60	59	50.43	—.66	81	35
21	0	34	34	29	31	24	71	46.51	43	83	62	—
22	0	21.21	4	55	27	44.38	69.62	50	47	74	41	79
23	0.0	14	13	39.33	14.14	39	45	43	34	85	41	95
24	0	16	15.17	28	0	45	65	39	48	61	55.54	—.91
25	0	27	19	15	0	57	80	46	38.41	65.79	63	77
26	0	0	35	16	5	45	82	40.50	48	86	68	114
27	12	26.16	28	20	21	31.49	70.64	70	50	100	—	90
28	0.9	12	39	21.23	36.27	59	42	57	41	167	—	99
29	4	14	40.41	32	26	51	47	22	58	100	—.50	88.78
30	19		46	27	46	63	37	9	72.60	162.146	—	58
31	18		51		48		34	7.16		—		55
Mittel	20,3	14,8	28,7	43,2	29,2	36,7	36,7	41,4	56,5	69,0	65,2	67,3

1863 bis 1867 habe ich in der ersten der vorstehenden Tafeln für jeden Tag in altgewohnter Weise die Anzahl der gesehenen Gruppen und Flecken eingetragen, und bei jeder Beobachtung, mit einziger Ausnahme der entweder von mir oder von Herrn Meyer nach ganz entsprechender Art mit Vergrösserung 64 meines Vierfüssers erhaltenen Normalbeobachtungen, durch ein beigefügtes Zeichen den Beobachter markirt, um bei Berechnung der Relativzahlen den ihm zugehörigen Reductionsfactor anwenden zu können. Ein beigesetztes † bezeichnet Beobachtungen meines hochverehrten Herrn Hofrath Schwabe (mit Reductionsfactor $^5/_4$), der nach seiner neulichen Einsendung in die Astronomischen Nachrichten (Nr. 1734) im Ganzen in den 12 Monaten von 1868

Beobachtungstage	19	21	27	25	31	28	31	31	30	28	19	11
Fleckenfreie Tage	10	2	0	0	1	2	7	0	1	0	0	0
Gruppen	2	2	8	8	7	9	8	8	13	13	11	12

erhielt, also bei 301 Beobachtungstagen die Sonne nur noch 23 mal ohne Flecken sah (während die zweite der beistehenden Tafeln auf 343 Tage doch noch 27, die erste auf 345 Tage sogar noch 36 ohne Flecken hat, — eine Differenz, welche hauptsächlich von einigen Tagen herzurühren scheint, an welchen in Zürich nur mit dem kleinern Fernrohr beobachtet werden konnte), und während des ganzen Jahres 101 Gruppen (76 mehr als 1867, 55 mehr als 1866, und sogar noch 8 mehr als 1865, — sodass das Phänomen vom Minimum bereits in rasches Aufsteigen übergegangen scheint) zählte. — Ein beigesetztes * bezeichnet Beobachtungen, welche ich (vergl. Nr. XII) mit dem kleinen Instrumente machte und mit $^3/_2$ in Rechnung

brachte, — ein beigesetztes w Beobachtungen von Weber, die ich mit $^3/_4$ in Rechnung brachte, — und ein beigesetztes s endlich Beobachtungen von Schmidt, welchen ich den Reductionsfactor 1 beilegen, oder die ich somit meinen Normalbeobachtungen einreihen konnte. — Mit Hülfe dieser Beobachtungen und Reductionsfactoren wurden nun für die erwähnten 343 Tage die Relativzahlen berechnet, und daraus theils die in die Tafel eingetragenen Monatsmittel, theils

$$R = 40{,}2$$

als mittlere Relativzahl des Jahres 1868 gefunden. — Die zweite der beistehenden Tafeln gibt für jeden derselben 343 Tage die ihm zukommende Relativzahl, — jedoch (entsprechend den Berichten seit 1863) mit dem Unterschiede, dass letztere sich nicht allein auf die in ersterer Tafel eingetragene Beobachtung gründet, sondern dass für sie ausser der Wolf-Schwabe'schen Serie auch sämmtliche 275 Weber-sche und sämmtliche 62 Schmidt'sche Beobachtungen benutzt wurden, welche in den Nr. 249 und 250 der Literatur verzeichnet sind. Ferner gibt die zweite Tafel die fünftägigen Mittel dieser mittleren täglichen Relativzahlen, sowie für jeden Monat das Mittel der 6 (oder im August 7) auf ihn fallenden fünftägigen Mittelzahlen. Diese 12 letztern Zahlen stimmen natürlich mit den Monatsmitteln der ersten Tafel nicht ganz überein, und so ist auch das aus ihnen gezogene Jahresmittel

$$R' = 42{,}4$$

etwas von dem aus der ersten Tafel erhaltenen Werthe R verschieden. — Mit Zugrundelegung dieser Werthe erhalte ich nach den von mir aufgestellten Formeln folgende magnetische Declinationsvariationen:

1868	nach Formel	bei Anwendung von R	R′
Prag	VIII	7′,55	7′,65
München	XXXIII	8,57	8,65
Christiania	XXXVI	6,58	6,67
Greenwich	XXXX	5,08	5,13
Rom	XXXXVI	7,65	7,77
Utrecht	XXXXVIII	7,89	8,03

wo bei Berechnung für Utrecht, wie in den vorhergehenden Jahren, die muthmasslich in der Formel zu stark angesetzte seculäre Variation des constanten Gliedes vernachlässigt wurde. Da aus den in Prag um 2 Uhr und 20 Uhr angestellten magnetischen Beobachtungen sich für 1868 die mit der oben Berechneten nahe übereinstimmende Variation 7′,27 ergibt, so bewährt sich die Formel VIII immer noch in schönster Weise, und ähnlich wird es sich muthmasslich mit den zwei folgenden Formeln verhalten, während dagegen allerdings die Formeln für Greenwich, Rom und Utrecht noch nicht auf so fester Basis zu ruhen scheinen.

In der vorhergehenden Nummer wurde die Epoche des letzten Minimums vorläufig auf

$$1867,2 \pm 0,2$$

gelegt. Die seitherigen Beobachtungen haben diese Bestimmung vollkommen bestätigt, und es darf wohl bereits jetzt schon diese Epoche als eine definitive angesehen werden. — Betrachtet man die ganze Curve, welche die mittlern jährlichen Relativzahlen für den Gang in der Häufigkeit der Sonnenflecken vom Minimum 1856,2 bis zum Minimum 1867,2 ergeben, so ist

es auffallend, dass sie 1863 zur Zeit des Jupitér-Aphels eine anomale Einsenkung mit darauf folgendem Gegenschlage zeigt; da sich ähnliche Anomalien noch bei mehrern frühern Aphelien, und entgegengesetzte bei mehrern Perihelien zeigen, so ist es nicht unmöglich, dass da nicht ein Zufall, sondern eine gewisse Gesetzmässigkeit vorliegt, und ich habe mir desshalb vorgenommen gelegentlich dieses Verhältniss genauer zu studiren.

Zur Bestimmung der Distanzen der 20 Seitenfaden des Kern'schen Meridiankreises vom Mittelfaden wurden aus den vom Sommer 1867 bis in den darauf folgenden Winter am Chronographen registrirten Sterndurchgängen von 24 Sternen aller möglichen Declinationen je 5 Beobachtungen ausgewählt, zunächst aus jedem Sterne für sich die dem Equator entsprechenden Distanzen berechnet, und sodann aus den 24 Bestimmungen unter Anwendung der Gewichte, welche für dieselben aus der Uebereinstimmung der 5 einzelnen Beobachtungen abgeleitet worden waren, die definitiven Fadendistanzen ausgemittelt, wie solche in der beigegebenen Tafel ihrer Vielfachen sich bei Secante 1 eingetragen finden. — Die soeben erwähnte, mit der Thomas'chen Rechenmaschine rasch und sicher construirte Tafel, aus welcher sich für das betreffende Instrument jedes zwischen 1,000 und 1,350 liegende Vielfache der Fadendistanzen ohne Rechnung auf drei Dezimalen genau herausschreiben lässt, so dass man nach ihr für alle südlich culminirenden Sterne, sobald man nur die als Argument dienende Secante ihrer Declination aufgeschlagen hat, die zur Reduction auf den Mittelfaden nöthigen Zahlen auf die leichteste Weise

Vielfache der in Zeitsekunden

Secante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,00	35,842	33,028	30,032	26,944	23,960	17,998	15,026	12,014	8,992	6,045
01	36,200	358	332	27,213	24,200	18,178	176	134	9,082	105
02	559	689	633	483	439	358	327	254	172	166
03	917	34,019	933	752	679	538	477	374	262	226
04	37,276	349	31,233	28,022	918	718	627	494	352	287
05	634	679	533	291	25,158	898	777	614	442	347
06	992	35,010	834	560	398	19,078	928	735	532	408
07	38,351	340	32,134	830	637	258	16,078	855	621	468
08	709	670	434	29,099	877	438	228	975	711	529
09	39,068	36,001	735	369	26,116	618	379	13,095	801	589
10	426	331	33,035	638	356	798	529	215	891	649
11	784	661	335	907	596	978	679	335	981	710
12	40,143	992	636	30,177	835	20,158	830	455	10,071	770
13	501	37,322	936	446	27,075	338	980	575	161	831
14	860	652	34,236	716	314	518	17,130	695	251	891
15	41,218	982	536	985	554	698	280	815	341	952
16	576	38,313	837	31,254	794	878	431	936	431	7,012
17	935	643	35,137	524	28,033	21,058	581	14,056	521	073
18	42,293	973	437	793	273	238	731	176	611	133
19	652	39,304	738	32,063	512	418	882	296	700	194
20	43,010	634	36,038	332	752	598	18,032	416	790	254
21	368	964	338	601	992	778	182	536	880	314
22	727	40,295	639	871	29,231	958	333	656	970	375
23	44,085	625	939	33,140	471	22,138	483	776	11,060	435
24	444	955	37,239	410	710	318	633	896	150	496
25	802	41,285	539	679	950	498	783	15,016	240	556
26	45,160	616	840	948	30,190	678	934	137	330	617
27	519	946	38,140	34,218	429	858	19,084	257	420	677
28	877	42,276	440	487	669	23,038	234	377	510	738
29	46,236	607	741	757	908	218	385	497	600	798
30	594	937	39,041	35,026	31,148	398	535	617	690	858
31	952	43,267	341	295	388	578	685	737	780	919
32	47,311	598	642	565	627	758	836	857	870	979
33	669	928	942	834	867	938	986	977	959	8,040
34	48,028	44,258	40,242	36,104	32,106	24,118	20,136	16,097	12,049	100
0,001	0,036	0,033	0,030	0,027	0,024	0,018	0,015	0,012	0,009	0,006
2	072	066	060	054	048	036	030	024	018	012
3	108	099	090	081	072	054	045	036	027	018
4	143	132	120	108	096	072	060	048	036	024
5	179	165	150	135	120	090	075	060	045	030
6	215	198	180	162	144	108	090	072	054	036
7	251	231	210	189	168	126	105	084	063	042
8	287	264	240	216	192	144	120	096	072	048
9	323	297	270	242	216	162	135	108	080	054
0,010	358	330	300	269	240	180	150	120	090	060

ausgedrückten Fadendistanzen.

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
5,938	9,028	12,054	15,017	18,005	24,002	27,019	30,033	32,990	36,080
997	118	174	167	185	242	289	333	33,320	441
6,057	209	295	317	365	482	559	634	650	802
116	299	415	468	545	722	830	934	980	37,162
176	389	536	618	725	962	28,100	31,234	34,310	523
235	479	656	768	905	25,202	370	534	639	884
294	570	777	918	19,085	442	640	835	969	38,245
354	660	897	16,068	265	682	910	32,135	35,299	606
413	750	13,018	219	445	922	29,181	435	629	966
472	841	138	369	625	26,162	451	736	959	39,327
532	931	259	519	805	402	721	33,036	36,289	688
591	10,021	379	669	985	642	991	336	619	40,049
651	111	500	819	20,165	882	30,261	637	949	410
710	202	620	970	345	27,122	532	937	37,279	770
769	292	741	17,120	525	362	802	34,237	609	41,131
829	382	861	270	705	602	31,072	537	938	492
888	472	982	420	885	842	342	838	38,268	853
947	563	14,102	570	21,065	28,082	612	35,138	598	42,214
7,007	653	223	721	245	322	883	438	928	574
066	743	343	871	425	562	32,153	739	39,258	935
126	834	464	18,021	605	802	423	36,039	588	43,296
185	924	584	171	785	29,042	693	339	918	657
244	11,014	705	321	965	282	963	640	40,248	44,018
304	104	825	472	22,145	522	33,234	940	578	378
363	195	946	622	325	762	504	37,240	908	739
422	285	15,066	772	505	30,002	774	540	41,237	45,100
482	375	187	922	685	242	34,044	841	567	461
541	466	307	19,072	865	482	314	38,141	897	822
601	556	428	223	23,045	722	585	441	42,227	46,182
660	646	548	373	225	962	855	742	557	543
719	736	669	523	405	31,202	35,125	39,042	887	904
779	827	789	673	585	442	395	342	43,217	47,265
838	917	910	823	765	682	665	643	547	626
898	12,007	16,030	974	945	922	936	943	877	986
957	098	151	20,124	24,125	32,162	36,206	40,243	44,207	48,347
0,006	0,009	0,012	0,015	0,018	0,024	0,027	0,030	0,033	0,036
012	018	024	030	036	048	054	060	066	072
018	027	036	045	054	072	081	090	099	108
024	036	048	060	072	096	108	120	132	144
030	045	060	075	090	120	135	150	165	180
036	054	072	090	108	144	162	180	198	216
042	063	084	105	126	168	189	210	231	253
048	072	096	120	144	192	216	240	264	289
053	081	108	135	162	216	243	270	297	325
059	090	121	150	180	240	270	300	330	361

erhalten kann, — hat mir bereits bei Tausenden solcher Reductionen ausserordentlich gute Dienste geleistet, sodass ich sie nach ihrer Einrichtung als Muster empfehlen kann.

Zu Gunsten der schon mehr erwähnten, für den Sommer 1867 zwischen den Sternwarten von Neuenburg und Zürich verabredeten Längenbestimmung, mittelten im Mai und Juni jenes Jahres Hirsch und ich am Neuenburger-Meridiankreise auf die bekannte Weise wiederholt unsere Gleichung aus, und fanden so aus zahlreichen zur obern Culmination kommenden, meist equatorealen Sternen

$$H - W = -0^s,162 \pm 0^s,009$$

und aus sog. künstlichen Sternen, d. h. durch Beobachtung der Vorübergänge einer pendelartig vor der Flamme der Nachtmire schwingenden, mit einer feinen Oeffnung versehenen Scheibe,

$$H - W = -0^s,067 \pm 0^s,016$$

sodass ich im Mittel aus beiden Reihen um etwas mehr als $^1/_{10}{}^s$ später als Hirsch zu beobachten schien. Als sodann Hirsch nach Beendigung der eigentlichen Längenbestimmung am 11. August nach Zürich kam, unternahmen wir am Zürcher-Meridiankreise während drei Abenden neue Gleichungs-Beobachtungen mit Hülfe von Sternculminationen, und aus diesen ging merkwürdiger Weise

$$H - W = +0^s,056 \pm 0^s,009$$

hervor, ein Resultat, das uns stutzig machte, aber keine andere Erklärung als die einer wirklichen Veränderung unserer Gleichung zuzulassen schien. Immerhin wurden wir dadurch veranlasst, Ende März 1869 in Neuenburg uns nochmals mit Hülfe von Stern-

culminationen zu vergleichen, und erhielten nun dabei

$$H - W = -0^s,139 \pm 0^s,013$$

also so zu sagen wieder das alte Resultat. — Ich wurde hiedurch überzeugt, dass die abnorm scheinende Zürcher-Bestimmung nicht Folge einer Veränderung der Beobachter, sondern Folge der verschiedenen Verhältnisse sei, unter welchen die Beobachtungen in Neuenburg und Zürich unternommen wurden, und hielt die Sache für wichtig genug, um während einem grossen Theile des abgelaufenen Sommers und Herbstes mit meinem Assistenten, Hrn. Weilenmann, darüber Untersuchungen anzustellen, welche nun wirklich schliesslich jene Anomalie ziemlich vollständig aufklären. Die folgenden Tafeln enthalten die ganze Masse der von mir je nach dem Stande der Untersuchung successive angestellten oder angeordneten Beobachtungen, und ausserdem noch an der Spitze einige frühere Gleichungsbeobachtungen zwischen Weilenmann und mir, — und zwar bezeichnen in der Rubrik

Beobachter:	R W	Rudolf Wolf.
	A W	August Weilenmann.
Stern:	G	Catalog von Greenwich.
	B A	Catalog der British Association.
	O C	Obere Culmination.
	U C	Untere Culmination.
Faden:	e	Erste Faden.
	l	Letzte Faden.
Ocular:	n	normale Stellung des Oculars, wo das Fadennetz am schärfsten gesehen wird.
	a	etwas ausgezogenes Ocular.
	e	etwas eingestossenes Ocular.
	A	etwas ausgezogener Ocularstutzen.
	E	etwas eingestossener Ocularstutzen.
	V	Verwechslung des Oculars und Objectives.

Ocular: a n Von aussen in die normale Lage gebrachtes Ocular.

e n Von innen in die normale Lage gebrachtes Ocular.

Beleuchtung: W Beleuchtung des Gesichtsfeldes durch die Axe von Westen her.

O Beleuchtung des Gesichtsfeldes durch die Axe von Osten her.

T Tagesbeleuchtung.

H W Beleuchtung der Faden von Westen her.

H O Beleuchtung der Faden von Osten her.

H Beidseitige Beleuchtung der Faden.

Alles Uebrige dürfte keiner weiteren Erläuterung bedürfen, als dass je die zweiten Differenzen die Reductionen der ersten auf den Equator sind.

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang	
						h m s	s
1867 VII 21	RW	ν^2 Scorpii	e	n	W	15 55 31,704	+0,004 = 0,004
	AW	-	l	-	-	31,700	
	-	σ Scorpii	e	-	-	16 4 22,095	+0,079 = 0,071
	RW	-	l	-	-	22,174	
	-	γ Herculis	e	-	-	16 7 18,740	−0,141 = 0,133
	AW	-	l	-	-	18,881	
	-	λ Ophiuchi	e	-	-	16 15 28,028	−0,012 = 0,012
	RW	-	l	-	-	28,016	
	-	ζ Ophiuchi	e	-	-	16 20 5,804	+0,040 = 0,039
	AW	-	l	-	-	5,764	
	-	Ophiu. 1362 G	e	-	-	16 33 44,013	+0,135 = 0,133
	RW	-	l	-	-	44,148	
	-	Ophiu. 1369 G	e	-	-	16 38 44,668	−0,185 = 0,184
	AW	-	l	-	-	44,853	
	-	Hercul. 1382 G	e	-	-	16 50 28,192	−0,073 = 0,071
	RW	-	l	-	-	28,119	
	-	η Ophiuchi	e	-	-	16 54 0,506	+0,026 = 0,025
	AW	-	l	-	-	0,480	
	-	σ Ophiuchi	e	-	-	17 11 10,209	+0,067 = 0,067
	RW	-	l	-	-	10,276	
	-	19 Aquilae	e	-	-	18 53 44,374	−0,017 = 0,017
	AW	-	l	-	-	44,391	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang	
						h m s	s
1867 VII 21	AW	Aquilae 1549 G	e	n	W	18 56 42,980	+0,057 = 0,056
	RW	-	l	-	-	43,037	
	-	α Vulpeculae	e	-	-	19 14 25,835	+0,067 = 0,061
	AW	-	l	-	-	25,768	
	-	44 Aquilae	e	-	-	19 23 52,921	+0,062 = 0,061
	RW	-	l	-	-	52,983	
	AW	β Sagittae	e	-	-	19 26 19,986	−0,045 = 0,043
	RW	-	l	-	-	19,941	
1867 VII 22	RW	φ Sagittarii	e	n	W	18 28 45,507	+0,032 = 0,028
	AW	-	l	-	-	45,475	
	-	Hercul. 6397 BA	e	-	-	18 32 33,897	−0,001 = 0,001
	RW	-	l	-	-	33,896	
	-	ξ² Sagittarii	e	-	-	18 41 12,477	+0,088 = 0,082
	AW	-	l	-	-	12,389	
	-	ζ Sagittarii	e	-	-	18 45 33,542	−0,005 = 0,004
	RW	-	l	-	-	33,537	
	-	19 Aquilae	e	-	-	18 53 54,053	+0,058 = 0,058
	AW	-	l	-	-	53,995	
	-	Aquil. 1549 G	e	-	-	18 56 52,588	−0,040 = 0,040
	RW	-	l	-	-	52,548	
	-	44 Aquilae	e	-	-	19 24 2,567	−0,040 = 0,040
	AW	-	l	-	-	2,607	
	-	β Sagittae	e	-	-	19 26 29,667	+0,019 = 0,018
	RW	-	l	-	-	29,686	
1867 VII 23	RW	λ Ophiuchi	e	n	W	16 15 45,423	+0,019 = 0,019
	AW	-	l	-	-	45,404	
	-	Hercul. 5537 BA	e	-	-	16 18 48,723	−0,129 = 0,127
	RW	-	l	-	-	48,594	
	-	ζ Ophiuchi	e	-	-	16 21 23,269	+0,066 = 0,065
	AW	-	l	-	-	23,203	
	-	43 Herculis	e	-	-	16 31 0,031	−0,017 = 0,017
	RW	-	l	-	-	0,014	
	-	Ophiu. 1362 G	e	-	-	16 34 1,860	−0,019 = 0,019
	AW	-	l	-	-	1,879	
	-	Ophiu. 1369 G	e	-	-	16 39 2,492	+0,038 = 0,038
	RW	-	l	-	-	2.530	
	AW	Hercul. 1382 G	e	-	-	16 50 46,013	−0,084 = 0,082
	RW	-	l	-	-	45,929	
	-	η Ophiuchi	e	-	-	16 54 18.418	−0,007 = 0,007
	AW	-	l	-	-	18.425	
	-	σ Ophiuchi	e	-	-	17 11 28,424	+0,064 = 0,064
	RW	-	l	-	-	28,360	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang			
						h	m	s	s
1867 VII 25	RW	λ Ophiuchi	e	n	W	16	15	56,930	−0,079 = 0,079
	AW	-	l	-	-			57,009	
	-	Hercul. 5537 BA	e	-	-	16	19	0,313	−0,054 = 0,053
	RW	-	l	-	-			0,259	
	-	ζ Ophiuchi	e	-	-	16	21	34,827	+0,035 = 0,034
	AW	-	l	-	-			34,792	
	-	Ophiu. 1362 G	e	-	-	16	34	13,466	−0,183 = 0,180
	RW	-	l	-	-			13,283	
	-	Ophiu. 1369 G	e	-	-	16	39	13,699	+0,095 = 0,095
	AW	-	l	-	-			13,794	
	-	Hercul. 1382 G	e	-	-	16	50	57,309	−0,054 = 0,053
	RW	-	l	-	-			57,255	
	-	η Ophiuchi	e	-	-	16	54	29,780	+0,074 = 0,071
	AW	-	l	-	-			29,706	
	-	σ Ophiuchi	e	-	-	17	11	39,637	−0,009 = 0,009
	RW	-	l	-	-			39,628	
	-	Sagitt. 1468 G	e	-	-	18	1	28,214	+0,029 = 0,025
	AW	-	l	-	-			28,185	
	-	η Serpentis	e	-	-	18	6	10,317	+0,030 = 0,030
	RW	-	l	-	-			10,347	
	-	λ Sagittarii	e	-	-	18	11	30,165	−0,158 = 0,143
	AW	-	l	-	-			30,323	
	-	Sagitt. 1497 G	e	-	-	18	17	30,517	−0,126 = 0,115
	RW	-	l	-	-			30,491	
1867 VII 28	RW	Ophiu. 1362 G	e	n	W	16	34	30,799	+0,106 = 0,104
	AW	-	l	-	-			30,693	
	-	Ophiu. 1369 G	e	-	-	16	39	31,428	−0,077 = 0,077
	RW	-	l	-	-			31,351	
	-	Hercul. 1382 G	e	-	-	16	51	14,745	+0,122 = 0,119
	AW	-	l	-	-			14,623	
	-	η Ophiuchi	e	-	-	16	54	47,120	+0,018 = 0,017
	RW	-	l	-	-			47,138	
	-	σ Ophiuchi	e	-	-	17	11	56,812	+0,060 = 0,060
	AW	-	l	-	-			56,752	
	-	c² Ophiuchi	e	-	-	17	15	20,020	+0,002 = 0,002
	RW	-	l	-	-			20,022	
	-	o Serpentis	e	-	-	17	25	58,125	+0,198 = 0,193
	AW	-	l	-	-			57,927	
	-	β Ophiuchi	e	-	-	17	28	56:709	−0,160 = 0,160
	RW	-	l	-	-			56,549	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang			
						h	m	s	s
1867 VII 31	RW	Hercul. 1382 G	e	n	W	16	51	36,545	—0,108 = 0,105
	AW	-	l	-	-			36,653	
	-	Ophiu. 5787 BA	e	-	-	16	55	47,889	—0,049 = 0,048
	RW	-	l	-	-			47,840	
	-	σ Ophiuchi	e	-	-	17	12	18,682	—0,116 = 0,116
	AW	-	l	-	-			18,798	
	-	c^2 Ophiuchi	e	-	-	17	15	42,067	—0,027 = 0,025
	RW	-	l	-	-			42,040	
	-	o Serpentis	e	-	-	17	26	20,327	+0,056 = 0,055
	AW	-	l	-	-			20,271	
	-	β Ophiuchi	e	-	-	17	29	17,972	—0,029 = 0,029
	RW	-	l	-	-			17,943	
	-	Serpent. 1437 G	e	-	-	17	38	4,192	+0,205 = 0,201
	AW	-	l	-	-			3,987	
	-	Sagitt. 6074 BA	e	-	-	17	42	56,644	+0,264 = 0,228
	RW	-	l	-	-			56,908	
	-	τ Ophiuchi	e	-	-	17	48	14,167	—0,103 = 0,102
	AW	-	l	-	-			14,270	
	-	Ophiu. 1460 G	e	-	-	17	53	26,332	+0,063 = 0,062
	RW	-	l	-	-			26,395	
1868 VII 24	RW	θ Ophiuchi	e	n	W	17	21	34,429	—0,173 = 0,156
	AW	-	l	-	-			36,602	
	-	σ Ophiuchi	e	-	-	17	27	38,781	+0,038 = 0,038
	RW	-	l	-	-			38,819	
	-	c^2 Ophiuchi	e	-	-	17	31	2,413	—0,078 = 0,071
	AW	-	l	-	-			2,491	
	-	α Ophiuchi	e	-	-	17	36	29,606	—0,014 = 0,014
	RW	-	l	-	-			29,592	
	-	o Serpentis	e	-	-	17	41	40,917	—0,065 = 0,063
	AW	-	l	-	-			40,982	
	-	β Ophiuchi	e	-	-	17	44	38,663	—0,206 = 0,206
	RW	-	l	-	-			38,457	
	-	Serpent. 1437 G	e	-	-	17	53	25,159	—0,105 = 0,103
	AW	-	l	-	-			25,264	
	-	Sagitt. 6074 BA	e	-	-	17	58	18,362	—0,172 = 0,149
	RW	-	l	-	-			18,190	
	-	Sagitt. 1440 G	e	-	-	17	59	25,436	—0,323 = 0,296
	AW	-	l	-	-			25,759	
	-	τ Ophiuchi	e	-	-	18	3	35,616	—0,009 = 0,009
	RW	-	l	-	-			35,607	
	-	Ophiu. 1460 G	e	-	-	18	8	47,861	—0,142 = 0,141
	AW	-	l	-	-			48,003	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang	
						h m s	s
1868 VII 24	AW	μ' Sagittarii	e	n	W	18 13 34,387	+0,018 = 0,017
	RW	-	l	-	-	34,405	
	-	Sagitt. 1468 G	e	-	-	18 16 29,770	−0,023 = 0,020
	AW	-	l	-	-	29,793	
	-	η Serpentis	e	-	-	18 22 11,383	+0,086 = 0,086
	RW	-	l	-	-	11,469	
1868 VII 25	RW	Ophiu. 1460 G	e	n	W	18 1 0,900	+0,023 = 0.023
	AW	-	l	-	-	0,877	
	-	μ' Sagittarii	e	-	-	18 5 47,415	+0,084 = 0,078
	RW	-	l	-	-	47,499	
	-	Sagitt. 1468 G	e	-	-	18 9 42,720	0,000 = 0,000
	AW	-	l	-	-	42,720	
	-	η Serpentis	e	-	-	18 14 24,294	−0,045 = 0,045
	RW	-	l	-	-	24,249	
	-	λ Sagittarii	e	-	-	18 19 44,790	+0,048 = 0,043
	AW	-	l	-	-	44,742	
	-	Sagitt. 6294 BA	e	-	-	18 23 37,707	−0,098 = 0,093
	RW	-	l	-	-	37,609	
	-	Sagitt. 1497 G	e	-	-	18 25 45,139	+0,097 = 0,089
	AW	-	l	-	-	45,042	
	-	α Lyrae	e	-	-	18 32 24,753	+0,117 = 0,091
	RW	-	l	-	-	24,870	
	-	φ Sagittarii	e	-	-	18 37 20,154	+0,009 = 0,008
	AW	-	l	-	-	20,145	
	-	Hercul. 6397 BA	e	-	-	18 41 7,711	0,000 = 0,000
	RW	-	l	-	-	7,711	
	-	β Lyrae	e	-	-	18 45 8,867	−0,098 = 0,082
	AW	-	l	-	-	8,965	
	-	ξ^2 Sagittarii	e	-	-	18 49 47,022	−0,034 = 0,032
	RW	-	l	-	-	46,988	
	-	ζ Sagittarii	e	-	-	18 54 8,423	+0,052 = 0,045
	AW	-	l	-	-	8,371	
	-	ζ Aquilae	e	-	-	18 59 16,864	−0,080 = 0,078
	RW	-	l	-	-	16,784	
1869 IV 20	RW	α Urs. min. UC	e	n	W	13 12 8,317	−2,108 = 0,051
	AW	-	l	-	-	10,425	
1869 VI 5	RW	δ Librae	e	n	W	15 22 44,084	+0,271 = 0,268
	-	-	l	a	-	- 43,813	
	-	ψ Bootis	e	-	-	15 26 34,554	+0,258 = 0,229
	-	-	l	n	-	34,812	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	h	m	s	Mittlerer Durchgang s
1869 VI 5	RW	ι' Librae	e	n	W	15	32	31,274	+0,246 = 0,232
	-	-	l	a	-			31,028	
	-	β Librae	e	-	-	15	38	43,142	+0,149 = 0,147
	-	-	l	n	-			43,291	
	-	ζ' Librae	e	-	-	15	49	38,520	+0,317 = 0,304
	-	-	l	a	-			38,203	
	-	Librae 1231 G	e	-	-	15	53	51,313	+0,189 = 0,178
	-	-	l	n	-			51,502	
	-	α Coronae	e	-	-	15	57	53,631	+0,075 = 0,067
	-	-	l	a	-			53,556	
	-	κ Librae	e	-	-	16	2	10,091	+0,356 = 0,336
	-	-	l	n	-			10,447	
	-	α Serpentis	e	-	-	16	5	34,683	+0,129 = 0,128
	-	-	l	a	-			34,554	
	-	ε Serpentis	e	-	-	16	12	3,088	+0,348 = 0,347
	-	-	l	n	-			3,436	
	-	γ Serpentis	e	-	-	16	18	10,360	+0,162 = 0,156
	-	-	l	a	-			10,198	
	-	β Scorpii	e	-	-	16	25	36,026	+0,423 = 0,399
	-	-	l	n	-			36,449	
1869 VI 6	AW	ζ Bootis	e	n	W	15	3	11,173	+0,093 = 0,090
	RW	-	l	-	-			11,266	
	-	ε Bootis	e	-	-	15	7	33,426	−0,023 = 0,020
	AW	-	l	-	-			33,449	
	-	β Ursae minoris	a	-	-	15	18	23,314	+0,010 = 0,003
	RW	-	m	-	-			23,324	
	AW	ι Librae	e	-	-	15	33	4,356	+0,028 = 0,026
	RW	-	l	-	-			4,384	
	-	β Librae	e	-	-	15	38	16,380	−0,010 = 0,010
	AW	-	l	-	-			16,390	
	-	o^2 Librae	e	-	-	15	44	2,580	+0,031 = 0,030
	RW	-	l	-	-			2,611	
	AW	α Coronae	e	-	-	15	57	27,059	−0,057 = 0,051
	RW	-	l	-	-			27,002	
	-	κ Librae	e	-	-	16	3	43,637	−0,016 = 0,015
	AW	-	l	-	-			43,621	
	-	α Serpentis	e	-	-	16	6	8,062	+0,022 = 0,022
	RW	-	l	-	-			8,084	
	-	ζ Ursae minoris	a	-	-	16	15	5,038	− 0,673 = 0,137
	AW	-	m	-	-			5,711	
	RW	β Scorpii	e	-	-	16	26	9,263	−0,048 = 0,045
	AW	-	l	-	-			9,311	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang h	m	s	s
1869 VI 6	RW	σ Scorpii	e	n	W	16	41	33,938	−0,073 = 0,066
	AW	-	l	-	-			34,011	
	RW	γ Herculis	e	-	-	16	44	28,026	+0,093 = 0,088
	AW	-	l	-	-			27,933	
	-	α Scorpii	e	-	-	16	50	43,458	−0,024 = 0,022
	RW	-	l	-	-			43,434	
1869 VI 12	AW	ζ' Librae	e	n	W	15	53	16,098	+0,507 = 0,487
	-	-	l	a	-			15,591	
	-	β Scorpii	e	-	-	16	30	13,377	+0,632 = 0,596
	-	-	l	n	-			14,009	
	-	σ Scorpii	e	-	-	16	45	38,847	+0,535 = 0,484
	-	-	l	a	-			38,312	
	-	ζ Ophiuchi	e	-	-	17	2	21,341	+0,435 = 0,428
	-	-	l	n	-			21,776	
	-	ζ Herculis	e	-	-	17	8	44,955	+0,268 = 0,228
	-	-	l	a	-			44,687	
	-	20 Ophiuchi	e	-	-	17	15	0,201	+0,399 = 0,392
	-	-	l	n	-			0,600	
1869 VI 26	AW	λ Ophiuchi	e	n	W	16	24	14,513	−0,170 = 0,170
	-	-	l	e	-			14,683	
	-	23 Ophiuchi	e	-	-	16	47	32,179	−0,209 = 0,208
	-	-	l	n	-			31,970	
	-	ε Ursae minoris	v	a	-	16	59	22,362	+2,744 = 0,370
	-	-	-	n	-			25,106	−2,592 = 0,349
	-	-	-	e	-			27,698	
	-	α Herculis	e	n	-	17	8	36,512	−0,396 = 0,383
	-	-	l	e	-			36,908	
	-	θ Ophiuchi	e	-	-	17	13	55,189	−0,431 = 0,391
	-	-	l	n	-			54,758	
1869 VI 27	RW	γ Serpentis	e	n	W	15	50	31,806	−0,221 = 0,212
	-	-	l	e	-			32,027	
	-	β Scorpii	e	-	-	15	57	57,900	−0,128 = 0,121
	-	-	l	n	-			57,772	
	-	ν² Scorpii	e	-	-	16	4	31,494	−0,187 = 0,177
	-	-	l	e	-			31,681	
	-	δ Ophiuchi	e	-	-	16	7	37,232	−0,145 = 0,145
	-	-	l	n	-			37,087	
	-	σ Scorpii	e	-	-	16	13	22,424	−0,192 = 0,174
	-	-	l	e	-			22,616	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang	
						h m s	s
1869 VI 27	RW	γ Herculis	e	e	W	16 16 16,631	−0,170 = 0,160
	-	-	l	n	-	16,461	
	-	α Scorpii	e	-	-	16 21 31,367	−0,217 = 0,195
	-	-	l	e	-	31,584	
	-	λ Ophiuchi	e	-	-	16 24 26,777	−0,136 = 0,136
	-	-	l	n	-	26,641	
	-	ζ Ophiuchi	e	-	-	16 30 5,278	−0,081 = 0,080
	-	-	l	e	-	5,359	
	-	ζ Herculis	e	-	-	16 36 28,940	−0,154 = 0,131
	-	-	l	n	-	28,786	
	-	Ophiu. 1362 G	e	-	-	16 42 43,742	−0,163 = 0,160
	-	-	l	e	-	43,905	
	-	κ Ophiuchi	e	-	-	16 51 36,500	−0,397 = 0,391
	-	-	l	n	-	36,103	
1869 VIII 27	AW	ω Capricorni	e	En	W	20 47 52,679	+0,491 = 0,436
	-	-	l	- a	-	52,188	
	-	61 Cygni	e	- -	-	21 4 53,736	+0,631 = 0,497
	-	-	l	- n	-	54,367	
	-	ζ Cygni	e	- -	-	21 11 13,743	+0,475 = 0,413
	-	-	l	- a	-	13,268	
	-	ι Capricorni	e	- -	-	21 18 48,610	+0,641 = 0,612
	-	-	l	- n	-	49,251	
	-	ζ Capricorni	e	- -	-	21 23 3,258	+0,570 = 0,523
	-	-	l	- a	-	2,688	
	-	γ Capricorni	e	- -	-	21 36 41,398	+0,542 = 0,518
	-	-	l	- n	-	41,940	
	-	ε Pegasi	e	- -	-	21 41 37,036	+0,557 = 0,550
	-	-	l	- a	-	36,479	
	-	θ Pisc. austr.	e	- -	-	21 44 53,975	+0,912 = 0,777
	-	-	l	- n	-	54,887	
	-	16 Pegasi	e	- -	-	21 50 57,908	+0,042 = 0,038
	-	-	l	- a	-	57,866	
	-	η Pisc. austr.	e	- -	-	21 56 10,075	+0,549 = 0,480
	-	-	l	- n	-	10,624	
	-	α Aquarii	e	- -	-	22 2 55,330	+0,514 = 0,514
	-	-	l	- a	-	54,816	
	-	θ Aquarii	e	- -	-	22 13 46,695	+0,550 = 0,544
	-	-	l	- n	-	47,245	
	-	γ Aquarii	e	- -	-	22 18 45,363	+0,355 = 0,355
	-	-	l	- a	-	45,008	
	-	β Pisc. Austr.	e	- -	-	22 27 54,921	+0,248 = 0,208
	-	-	l	- n	-	55,169	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang	
						h m s	s
1869 VIII 29	AW	h^2 Sagittarii	e	An	W	19 32 51,706	—0,198 = 0,179
	-	-	l	-e	-	51,904	
	-	β Sagittae	e	--	-	19 39 17,533	—0,373 = 0,356
	-	-	l	-n	-	17,160	
	-	γ Aquilae	e	--	-	19 44 9.158	—0,382 = 0,376
	-	-	l	-e	-	9,540	
	-	α Aquilae	e	--	-	19 48 31,156	—0,451 = 0,446
	-	-	l	-n	-	30,705	
	-	β Aquilae	e	--	-	19 53 0,149	—0,204 = 0,203
	-	-	l	-e	-	0,353	
	-	e Cygni	e	--	-	20 1 47,030	—0,590 = 0,381
	-	-	l	-n	-	46,440	
	-	17 Vulpeculae	e	--	-	20 5 23,076	—0,181 = 0,166
	-	-	l	-e	-	23,257	
	-	$\varkappa$ Cephei	v	--	-	20 17 24,796	—1,472 = 0,323
	-	-	-	-n	-	23,324	+1,074 = 0,237
	-	-	-	-a	-	22,250	
	-	69 Aquilae •	e	-e	-	20 26 56,164	—0,417 = 0,416
	-	-	l	-n	-	55,747	
	-	ζ Delphini	e	--	-	20 33 18,606	—0,245 = 0,237
	-	-	l	-e	-	18,851	
	-	α Cygni	e	--	-	20 41 6,060	—0,610 = 0,432
	-	-	l	-n	-	5.450	
	-	76 Draconis	v	-e	-	20 56 8,082	—3,037 = 0,419
	-	-	-	-n	-	5,045	+2,977 = 0,410
	-	-	-	-a	-	2,068	
	-	78 Draconis	v	-n	-	21 45 36,990	—0,186 = 0,058
	-	-	-	n	-	36,804	—0,205 = 0,064
	-	-	-	En	-	37,009	
	-	-	-	-e	-	38,400	+3,720 = 1,168
	-	-	-	-a	-	34,680	
	-	16 Cephei	-	-n	-	22 1 31,783	—0,077 = 0,023
	-	-	-	n	-	31,706	+0,056 = 0,017
	-	-	-	An	-	31,650	
1869 IX 5	AW	α Urs. min. UC	v	a	T	13 17 9,900	+2,600 = 0,062
	-	-	-	n	-	12,500	+2,470 = 0,059
	-	-	-	e	-	10,030	
1869 IX 7	AW	α Urs. min. UC	v	n	T	13 17 35,540	+1,465 = 0,035
	-	-	-	a	-	34,075	
	-	α Bootis	e	n	-	14 14 54,384	+0,039 = 0,037
	-	-	l	a	-	54,345	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang h	m	s	s
1869 IX 7	AW	ε Bootis	e	a	T	14	44	29,108	+0,027 = 0,024
	-	-	l	n	-			29,135	
	-	β Ursae minoris	v	a	-	14	56	15,280	−0,230 = 0,061
	-	-	-	n	-			15,050	−0,150 = 0,040
	-	-	-	e	-			15,200	
1869 IX 10	AW	f Urs. maj. UC	v	n	W	21	1	38,630	−0,624 = 0,383
	-	-	-	a	-			39,254	
	-	θ Urs. maj. UC	-	n	-	21	25	6,046	−0,720 = 0,441
	-	-	-	a	-			6,766	
	-	28 Urs. maj. UC	-	n	HW	21	36	49,243	−0,278 = 0,121
	-	-	-	a	- -			49,521	
	-	32 Urs. maj. UC	-	Vn	O	22	9	28,438	+1,398 = 0,573
	-	-	-	- a	-			27,040	
	-	β Lacertae	e	- n	-	22	19	29,534	−0,725 = 0,450
	-	-	l	- a	-			30,259	
	-	β Pisc. austr.	e	- -	-	22	25	8,142	−0,750 = 0,629
	-	-	l	- n	-			7,392	
	-	η Aquarii	e	- -	-	22	29	41,458	−0,285 = 0,285
	-	-	l	- a	-			41,743	
1869 IX 12	AW	λ Ursae minor.	v	a	W	19	55	57,3	+32,5 = 0,617
	-	-	-	n	-		56	29,8	−22,9 = 0,435
	-	-	-	e	-		56	52,7	
1869 IX 14	RW	β Aquarii	e	n	W	21	26	20,172	−0,171 = 0,170
	-	-	l	-	O			20,343	
	-	ε Pegasi	e	-	-	21	39	25,661	−0,324 = 0,320
	-	-	l	-	W			25,337	
	-	16 Pegasi	e	-	O	21	48	46,798	+0,015 = 0,014
	-	-	l	-	W			46,813	
	AW	θ Aquarii	e	-	-	22	11	36,032	+0,074 = 0,073
	-	-	l	-	O			35,958	
	-	ϱ Aquarii	e	-	-	22	14	59,068	−0,042 = 0,042
	-	-	l	-	W			59,026	
	-	δ^2 Cephei	e	-	-	22	25	59,566	+0,048 = 0,026
	-	-	l	-	O			59,518	
	-	η Aquarii	e	-	-	22	30	18,225	+0,042 = 0,042
	-	-	l	-	W			18,267	
	-	ζ Pegasi	e	-	-	22	36	36,532	+0,011 = 0,011
	-	-	l	-	O			36,521	
	-	ι Cephei	e	-	-	22	46	43,343	+0,522 = 0,216
	-	-	l	-	W			43,865	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang			
						h	m	s	s
1869 IX 14	AW	α Urs. maj. UC	e	n	O	22	57	14,984	−0,170 = 0,078
	-	-	l	-	W			14,814	
	-	Piazzi XI 43 UC	e	-	-	23	16	40,051	+0,033 = 0,014
	-	-	l	-	O			40,018	
	-	λ Dracon. UC	e	a	H	23	25	12,798	−0,035 = 0,012
	-	-	l	n	-			12,763	
	-	3 Dracon. UC	e	-	HO	23	36	45,940	−0,621 = 0,238
	-	-	l	a	- -			46,561	
	-	γ Urs. maj. UC	v	n	- W	23	48	33,835	+0,038 = 0,022
	-	-	-	-	- O			33,797	
1869 IX 15	AW	29 Cephei	e	a	W	22	30	34,197	−4,897 = 1,004
	-	-	l	-	O			39,094	
	-	ι Cephei	e	-	-	22	46	55,740	−1,091 = 0,451
	-	-	l	-	W			54,649	
	-	α Urs. maj. UC	e	-	-	22	57	25,418	−0,182 = 0,084
	-	-	l	-	O			25,600	
	-	π Cephei	e	-	-	23	5	40,635	−1,235 = 0,325
	-	-	l	-	W			39,400	
	-	Piazzi XXIII 101	e	-	-	23	25	52,955	−0,915 = 0,487
	-	-	l	-	O			53,870	
	-	3 Dracon. UC	e	-	-	23	36	58,978	−0,153 = 0,058
	-	-	l	-	W			58,825	
1869 IX 17	AW	Groombr. 3590	e	an	W	21	47	1,113	−0,100 = 0,035
	-	-	l	-	O			1,213	
	-	Piazzi XXI 360	e	-	-	21	55	16,496	−0,173 = 0,079
	-	-	l	-	W			16,323	
	-	ξ^2 Cephei	e	en	-	22	2	19,025	+0,055 = 0,024
	-	-	l	-	O			18,970	
	-	β Lacertae	e	-	W	22	20	43,738	+0,023 = 0,014
	-	-	l	-	O			43,715	
	-	26 Cephei	e	-	-	22	25	11,707	+0,673 = 0,290
	-	-	l	-	W			12,380	
	-	ζ Pegasi	e	an	-	22	37	14,439	+0,175 = 0,171
	-	-	l	-	O			14,264	
	-	τ Aquarii	e	-	-	22	44	58,119	−0,060 = 0,058
	-	-	l	-	W			58,059	
	-	α Pisc. Austr.	e	en	-	22	52	43,419	+0,114 = 0,098
	-	-	l	-	O			43,305	
	-	α Pegasi	e	-	-	23	0	32,970	−0,191 = 0,185
	-	-	l	-	W			32,779	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang			
						h	m	s	s
1869 IX 17	AW	1746 Groomb. UC	e	an	W	23	7	22,275	+0,153 = 0,086
	-	-	l	-	O			22,122	
	-	Piazzi XI 43 UC	e	en	-	23	17	17,963	+0,286 = 0,121
	-	-	l	-	W			18,249	
1869 IX 26	AW	α Aquarii	e	V_n	W	22	3	19,933	−0,016 = 0,016
	-	-	l	-	-			19,949	
	-	e^2 Aquarii	e	-	-	22	7	54,088	−0,005 = 0,005
	-	-	l	-	-			54,093	
	-	θ Aquarii	e	-	-	22	14	12,088	+0,033 = 0,033
	-	-	l	-	-			12,055	
	-	γ Aquarii	e	-	-	22	19	10,240	+0,004 = 0,004
	-	-	l	-	-			10,236	
	-	β Lacertae	e	-	-	22	22	42,314	+0,041 = 0,025
	-	-	l	-	-			42,273	
	-	β Pisc. austr.	e	-	-	22	28	20,356	+0,024 = 0,020
	-	-	l	-	-			20,332	
	-	η Aquarii	e	-	-	22	32	54,343	+0,001 = 0,001
	-	-	l	-	-			54,342	
	-	ζ Pegasi	e	-	-	22	39	12,677	−0,002 = 0,002
	-	-	l	-	-			12,679	
	-	τ^2 Aquarii	e	-	-	22	46	56,325	+0,177 = 0,172
	-	-	l	-	-			56,148	
	-	α Urs. maj. UC	e	-	-	22	59	48,547	−0,187 = 0,086
	-	-	l	-	-			48,734	
	-	π Cephei	e	-	-	23	8	5,974	−0,168 = 0,044
	-	-	l	-	-			6,142	
	-	o Cephei	e	-	-	23	17	35,086	−0,133 = 0,051
	-	-	l	-	-			35,219	
	-	k Piscium	e	-	-	23	24	30,052	−0,064 = 0,064
	-	-	l	-	-			30,116	
	-	b^4 Aquarii	e	-	-	23	30	42,419	−0,029 = 0,027
	-	-	l	-	-			42,448	
	-	3 Dracon. UC	e	-	-	23	39	18,873	+0,077 = 0,029
	-	-	l	-	-			18,796	
	-	ψ Andromedae	e	-	-	23	43	50,992	−0,012 = 0,008
	-	-	l	-	-			51,004	
1869 IX 28	AW	α Aquarii	e	n	W	22	3	41,256	+0,110 = 0,110
	-	-	l	-	-			41,146	
	-	e^2 Aquarii	e	-	-	22	8	14,924	−0,036 = 0,036
	-	-	l	-	-			14,960	
	-	θ Aquarii	e	-	-	22	14	33,061	−0,019 = 0,019
	-	-	l	-	-			33,080	

Datum	Beobachter	Stern	Faden	Ocular	Beleuchtung	Mittlerer Durchgang	
						h m s	s
1869 IX 28	AW	γ Aquarii	e	n	W	22 19 31,234	−0,065 = 0,065
	-	-	l	-	-	31,299	
	-	β Lacertae	e	-	-	22 23 2,838	+0,080 = 0,050
	-	-	l	-	-	2,758	
	-	β Pisc. austr.	e	-	-	22 28 41,243	−0,065 = 0,055
	-	-	l	-	-	41,308	
	-	η Aquarii	e	-	-	22 33 15,416	+0,020 = 0,020
	-	-	l	-	-	15,396	
	-	ζ Pegasi	e	-	-	22 39 33,518	+0,024 = 0,024
	-	-	l	-	-	33,494	
	-	τ² Aquarii	e	-	-	22 47 17,098	+0,090 = 0,087
	-	-	l	-	-	17,008	
	-	α Urs. maj. UC	e	-	-	23 0 12,535	+0,016 = 0,007
	-	-	l	-	-	12,519	
	-	π Cephei	e	-	-	23 8 23,467	+0,071 = 0,019
	-	-	l	-	-	23,396	
	-	o Cephei	e	-	-	23 17 53,885	+0,024 = 0,009
	-	-	l	-	-	53,861	
	-	k Piscium	e	-	-	23 24 50,635	+0,112 = 0,112
	-	-	l	-	-	50,523	
	-	b⁴ Aquarii	e	-	-	23 31 2,711	+0,048 = 0,045
	-	-	l	-	-	2,663	
	-	3 Dracon. UC	e	-	-	23 39 42,901	+0,103 = 0,039
	-	-	l	-	-	42,798	
	-	ψ Andromedae	e	-	-	23 44 10,753	+0,004 = 0,003
	-	-	l	-	-	10,749	
1869 X 15	AW	γ Cephei	e	n	HW	23 42 9,354	−1,093 = 0,247
	-	-	l	a	- -	10,447	
	-	γ Pegasi	e	n	- -	0 14 37,968	−0,074 = 0,072
	-	-	l	a	- -	38,042	
	-	ι Ceti	e	-	- -	0 20 53,542	+0,146 = 0,144
	-	-	l	n	- -	53,688	
	-	12 Ceti	e	-	- O	0 31 29,477	+0,091 = 0,091
	-	-	l	a	- -	29,386	
	-	κ Dracon. UC	e	-	- W	0 35 57,064	−0,012 = 0,004
	-	-	l	-	- O	57,076	
	-	β Ceti	e	-	- -	0 45 8,904	+0,007 = 0,007
	-	-	l	n	- -	8,911	
	-	α Appar. Sculpt.	e	-	- -	0 59 25,523	+0,121 = 0,105
	-	-	l	-	- W	25,644	
	-	ε Piscium	e	-	- O	1 4 16,896	+0,088 = 0,087
	-	-	l	-	- W	16,984	
	-	θ' Ceti	e	a	- O	1 25 36,426	+0,485 = 0,479
	-	-	l	-	- W	36,911	

Es geht aus diesen Beobachtungen hervor:

1) Dass bei Bestimmung der Personalgleichung das aus jedem einzelnen Sterne erhaltene Datum durch Multiplikation mit dem Cosinus der Stern-Declination auf den Equator reduzirt werden muss, wie es in obigen Tafeln durchgehends geschehen ist, — wofür namentlich die Beobachtung von 1869 IV 20 und einige Bestimmungen von 1869 VI 6 zu vergleichen.

2) Dass aus den Vergleichungen von Weilenmann und mir für die drei Jahre 1867, 1868 und 1869 etwa die drei Gleichungen

$$RW - AW = 0{,}000 \qquad -0{,}037 \qquad -0{,}019$$

folgen, dass also Weilenmann durchschnittlich eher etwas später als ich beobachtet, dass jedoch der Unterschied kaum die Grösse der Bestimmungs-Unsicherheit wesentlich überschreitet und somit vernachlässigt werden darf, und dass namentlich die Personalgleichung, wenn sie auch von Tag zu Tag, ja von Stunde zu Stunde etwas variiren mag, im grossen Ganzen wenigstens während längerer Zeit constant zu bleiben scheint.

3) Dass, wenn bei etwas ausgezogenem oder etwas eingestossenem Ocular ein Stern bei Westbeleuchtung des Feldes in oberer Culmination beobachtet wird, dadurch die Beobachtung im ersten Falle etwas verfrüht, im zweiten Falle etwas verspätet erscheint, — und zwar um so mehr (bis auf 2, 3 und 4 Zehntel einer Sekunde), je grösser die Entfernung des Oculars von seiner normalen Lage ist.

4) Dass unter sonst gleichen Umständen, aber bei Ostbeleuchtung des Feldes, die Verfrühung in eine Verspätung übergeht, und umgekehrt.

5) Dass, wenn man statt dem Gesichtsfelde die Faden beleuchtet, einseitige Beleuchtung von Ost den gleichen Effekt wie Beleuchtung des Feldes von West, und umgekehrt einseitige Beleuchtung von West den gleichen Effekt wie Beleuchtung des Feldes von Ost hervorbringt. [1])

6) Dass bei Tagesbeleuchtung oder bei beidseitiger Beleuchtung der Faden (also wohl auch bei beidseitiger Beleuchtung des Feldes, welche aber bei der gegenwärtigen Einrichtung des Instrumentes nicht erzielt werden konnte) eine etwelche Verstellung des Oculars keinen Einfluss ausübt.

7) Dass ein Ausziehen oder Einstossen des ganzen Ocularstutzens, d. h. also eine Versteilung von Bildebene und Fadenebene, keinen merklichen Einfluss ausübt, somit ein Einfluss der Parallaxe auch in diesen Fällen durch die gewöhnliche Vorsichtsmassregel des Senkrechtstellens des Oculars auf die Beobachtungsstelle eliminirt wird.

8) Dass bei unteren Culminationen jede der erwähnten, von Stellung des Oculars oder Art der Beleuchtung abhängigen Anomalien das entgegengesetzte Zeichen annimmt, als bei oberen Culminationen.

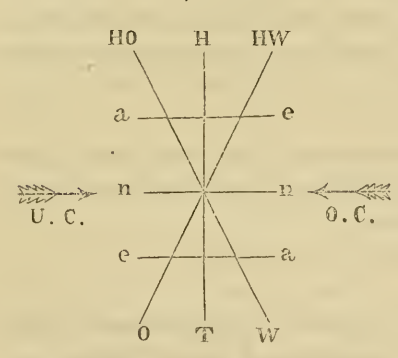
9) Dass bei normalem Stande des Oculars alle diese Anomalien verschwinden, — sei es, dass ein Beobachter das Ocular ein für alle Male für sein Auge normal gestellt habe, — sei es, dass er erst vor der Beobachtung das Ocular von aussen oder von innen in diese Stellung bringe.

---

[1]) Unter den Beobachtungen vom IX 14 und X 15 findet sich je Eine, welche dem eben Ausgesprochenen zu widersprechen scheint; es dürfte diess jedoch auf irrthümlichen Aufzeichnungen beruhen.

10) Dass endlich bei gewöhnlicher Sorgfalt in Stellung des Oculares für die Bestimmung der Fadendistanzen weder diese Letztern durch jene Anomalien merklich verändert werden, noch an den Faden rechts wesentlich anders als an den Faden links beobachtet wird, — zwei Fehlerquellen, welche zu Tage treten müssten, wenn man bei zwei unter sonst gleichen Bedingungen gemachten Beobachtungsserien derselben Sterne für die Eine Ocular und Objektiv verwechselt.[1])

Dass man die besprochenen Anomalien, welche die beistehende Figur übersichtlich darstellt, leicht eliminiren kann, indem man die Beleuchtung wechselt, geht aus dem Vorhergehenden klar hervor; dagegen können sie, wenn man sie nicht kennt und nicht beachtet, unter Umständen leicht von störendem Einflusse sein, wie diess bei den Vergleichungen zwischen Hirsch und mir der Fall war: Als ich in Neuenburg beobachtete, war offenbar für mein Auge das Ocular ein wenig zu weit ausgezogen, und da dort



[1]) Bezeichnet f die relative Correction des Fadenmittels für die ersten Faden, τ ein allfälliges Früherbeobachten an den Faden rechts, so ergeben die Beobachtungen von 1869 IX 26 und 28

$\tau - f = -(c - l) = -0^s{,}006$ $\qquad \tau + f = -(c - l) = -0^s{,}016$

also $\tau = -0^s{,}011$ $\qquad f = -0^s{,}005$

d. h. Beträge, welche in den Beobachtungsfehlern verschwinden.

Beleuchtung von Ost war, so notirte ich zu spät, — die Folge davon war, dass H — W einen zu grossen negativen Werth erhielt; als sodann Hirsch bei meinem gewöhnlichen Ocularstande und Beleuchtung West in Zürich beobachtete, sah er bei für ihn eingestossenem Oculare die Durchgänge zu spät, — es nahm H — W sogar einen positiven Werth an. Nimmt man aus den beiden Bestimmungen in Neuenburg und Zürich

$$H - W = -0{,}150 \qquad H - W = +0{,}056$$

das Mittel, so erhält man die annähernd von den Anomalien freie Gleichung

$$H - W = -0{,}047$$

welche nun auch mit der wenigstens grösstentheils bei Tagesbeleuchtung aus den künstlichen Sternen erhaltenen Zahl

$$H - W = -0{,}067$$

ganz ordentlich übereinstimmt, und man darf daher im Mittel aus diesen letztern Zahlen wohl mit ziemlicher Sicherheit definitiv

$$H - W = -0{,}057$$

annehmen.

Abgesehen von grössern Beobachtungsreihen, welche 1868/1869 zur Bestimmung der Polhöhe der Zürcher Sternwarte gemacht wurden,* und in einer folgenden Mittheilung zur Discussion kommen sollen, mögen noch folgende Notizen über einige Beobachtungen im Jahre 1868 Platz finden:

1) 1868 XI 5 wurde Merkur wiederholt vor der Sonne gesehen, und es waren alle Anstalten getroffen, um seinen Austritt genau fixiren zu können; leider stand aber gerade die Sonne zu jener Zeit hinter einer Wolke, so dass die Beobachtung manquirte.

2) 1868 XI 13 sah ich von

$12^h\ 5^m$ bis	$12^h\ 15^m$ . . .	4
15	30 . . .	9
30	40 . . .	2

grossentheils schöne und radial von dem eben in Aufgang kommenden Sternbilde des Löwen ausgehende Sternschnuppen, sodass ich bereits hoffte die Leoniden in vollem Glanze beobachten zu können; leider bewölkte sich aber der erst klare Himmel von Osten her immer mehr, und es konnte die Erscheinung nicht weiter verfolgt werden.

In Beziehung auf diese letztere Beobachtung ist es interessant zu sehen, dass die Erscheinung auf mehreren Stationen des schweizerischen meteorologischen Netzes bemerkt, aber allerdings nicht überall erkannt wurde:

Herr Pfarrer Rieder in Klosters bemerkt: „Als eine ungewöhnliche Erscheinung habe ich noch nachzutragen, dass am 14. Nov. 1868 Morgens 4¼ Uhr am westlichen Himmel auffallend häufig Sternschnuppen sichtbar wurden; von 5–6 Uhr stellte sich ein wahrer Sternschnuppenregen ein, der eine solche Helle verbreitete, dass man dabei bequem lesen konnte. Einzelne Sternschnuppen hinterliessen einen 2—3 Sekunden dauernden, stark leuchtenden Lichtstreifen in der Luft. Geräusch wurde keines vernommen."

Aus Engelberg wird geschrieben: „Am 14. Nov. von 5 Uhr Morgens bis nach 6 Uhr wiederholtes Blitzen; etwas vor 5 Uhr schnell verschwindende Lichterscheinung, wie eine glänzende Kugel, — bei völlig bedecktem Himmel. In Grafenort (1½ Stunden unterhalb der meteorologischen Station) wurden schon um 4 Uhr Morgens Blitz und Donner bemerkt."

Herr Pfarrer Chenaux in Vuadens notirt: „Le 14 à 5½^h du matin nombreux et grands éclairs. Couvert.“

Herr Apotheker Chapuis in Ponts de Martel erwähnt: „14 Novembre éclairs de 3 à 4^h du matin. Brumeux.“

Herr Pfarrer Tscheinen in Grächen sagt: „14. November von 2—6^h Morgens starkes Wetterleuchten von SO.“

Herr Professor Gouzy in Aarau schreibt: „14. November von 4½—6^h Morgens anhaltendes Wetterleuchten in NNO. Bedeckt.“

Auch von der meteorologischen Centralanstalt in Bern wird berichtet: „Nov. 13./14. Nachts Blitzen während drei Stunden.

Herr Weilenmann hat seine Studien über astronomische Strahlenbrechung in anerkennenswerther Weise fortgesetzt, und gab, nachdem er schon am 22. Februar darüber der naturforschenden Gesellschaft einen mit Interesse aufgenommenen Vortrag gehalten, mir über dieselben folgendes Referat ein:

„Ich habe in Nr. XXIV der astronomischen Mittheilungen für die Refraction einen Ausdruck gegeben, der dieselbe bis 86° gut darstellt, und verhältnissmässig einfach zu behandeln ist. Nach dem was ich dem 4. Heft der Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft entnommen, scheint aber die Methode der direkten Bestimmung für jeden Abend wenig Anklang zu finden. Die Erledigung der Frage ob mittlere Werthe oder direkte Resultate besser seien einer spätern Untersuchung vorbehaltend, wird vielleicht nachfolgende Mittheilung günstiger aufgenommen werden.

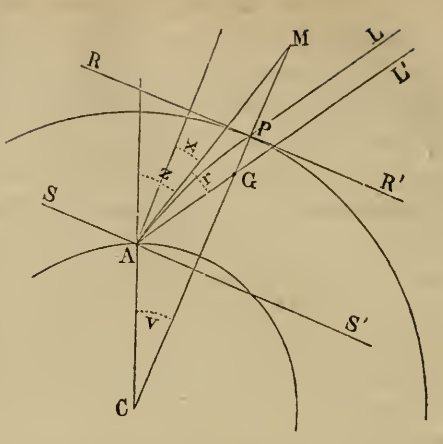
„Ich bin nämlich auf eine einfache, und so viel ich weiss neue Art, zu einer Gleichung für die Refraction gelangt, die an Genauigkeit nichts zu wünschen übrig lässt, und nach meiner Meinung deutlich zeigen wird worin die Verschiedenheit der Refraction an verschiedenen Orten bei gleichem Druck und Temperatur liegt. Das Neue liegt darin, dass ich im Unterschiede zu den bisherigen Ableitungen mich nicht bemühe die Constitution der Atmosphäre zu finden, — denn diese ist doch sehr unregelmässig, — sondern es soll letztere, ohne dem Resultate an Genauigkeit Abbruch zu thun, im Gegentheil eliminirt werden. Es ist gerade die unregelmässige, durch Strömungen gestörte Schichtung, die mir zu Hülfe kommen soll. Wenn man ein Medium hat mit ebenen, parallelen Endflächen, in welchem die verschiedenen Schichten auch parallel den Grenzflächen geordnet sind, und ein Lichtstrahl darauf fällt, so gilt folgendes Gesetz:

$$\frac{\sin(x+r)}{\sin x} = C$$

wo x den Winkel bedeutet, welchen der Lichtstrahl mit der Normalen bei Erreichung der zweiten Grenzfläche bildet; r ist die Refraction und c unabhängig von den übrigen Schichten der Brechungsexponent der letzten Schicht.

„Denken wir uns nun ein Lichtstrahl falle auf die Erdatmosphäre, und werde vom Punkte P an merklich gebrochen, so wird der früher gerade Weg PL sich in den krummen PA verwandeln, und wir sehen den Stern scheinbar in der Richtung der letzten Tangente AM.

Denken wir nun bei P eine Tangente RR' an die Atmosphäre gezogen, und durch A zu ihr die Parallele SS', so haben wir eine Platte mit parallelen ebenen Endflächen zu der nur Theile fehlen, welche der Lichtstrahl nicht durchläuft. Dazwischen sind nun freilich die Schichten nicht parallel diesen Grenzflächen geordnet, aber auch sonst auf keine ganz regelmässige Art. Da nun überhaupt die Refraction bei Gasen nur klein ist, so können wir mit grosser Annäherung setzen:



$$\frac{\sin(x+r)}{\sin x} = c$$

wo c die Brechungsconstante der letzten Atmosphärenschicht (also respective der unmittelbar vor dem Fernrohre befindlichen Schicht des Beobachtungslocales), und $x = z - v$ ist.

„Ziehen wir AL' parallel mit PL so erhalten wir aus Dreieck ACG folgende Beziehung

$$\sin(x+r) = \frac{AC}{CG}\sin(z+r) = \frac{AC}{CP-GP}\sin(z+r)$$

Setzen wir $CP = 1$, $AC = \gamma$, $GP = q$ und die Di-

stanz der beiden Parallelen AL' und PL gleich p so erhalten wir

$$q = \frac{p}{\sin(x+r)} \text{ also: } \sin(x+r) = \frac{\gamma \cdot \sin(z+r)}{1 - \frac{p}{\sin(x+r)}}$$

oder $$\sin(x+r) = \gamma \sin(z+r) + p$$

somit, wenn $\frac{\gamma}{c} = \gamma'$ und $\frac{p}{c} = p'$ gesetzt wird:

$$\sin x = \gamma' \sin(z+r) + p'$$

„Die Distanz p der beiden Parallelen hängt offenbar von der Refraction ab und wird dieser sehr nahe proportional gesetzt werden können, also auch

$$p' = a'r$$

„Führen wir diesen Werth ein, so erhalten wir zwei Gleichungen mit den zwei Unbekannten x und r; es sind die Gleichungen:

$$1.a) \ \frac{\sin(x+r)}{\sin x} = c \quad 2.a) \ \sin x = \gamma' \sin(z+r) + a'r$$

oder, wenn wir $(c-1) : \sin 1'' = \alpha$ setzen, mit sehr grosser Annäherung

$$1.b) \ r = \alpha \left(1 + \frac{r^2}{2\alpha} \sin 1''\right) \operatorname{tg} x;$$

$$2.b) \ \sin x = \gamma' \sin(z+r) + a'r.$$

„Es ist nun vor allem zu prüfen, ob die beiden Gleichungen im Princip richtig sind. Ich benutze zu diesem Zwecke die Bessel'schen mittlern Refractionen bei 9°.3 Cels. Temperatur und 751.7mm Luftdruck. Setzen wir

$$c = 1.0002805 \text{ so wird } \alpha = 57''.859.$$

Dieser Werth von c ist ziemlich genau übereinstimmend mit dem von Biot und Arago auf physikali-

schem Wege gefundenen Werthe. Sie erhielten nämlich für 0° Cels. und 760mm Luftdruck $c = 1.000294$. Reduciren wir diese Zahl auf den oben angenommenen den mittlern Bessel'schen Refractionen entsprechenden Luftzustand, so bekommen wir 1.0002810.

„In folgender Tabelle sind zunächst einmal als erste Prüfung unter Annahme der bekannten Refractionen die beiden mit Gleichung 1.b und 2.b berechneten Werthe von x verglichen, wenn

$$\gamma' = 0.9982269; \ \log \gamma' = 9.9992293 - 10;$$
$$a' = 0.0000006160; \ \log a' = 3.78958 - 10.$$

z	r	Werth von x	
		aus 1.b	aus 2.b
90°	2094.1″	88° 7′37″.5	88° 7′37″.5
89°30′	1743.5	87 51 27 .0	87 51 27 .0
89°	1464.6	87 32 5	87 32 11
86°	698.9	85 10 17	85 10 29
85°	586.5	84 17 9	84 17 14
82°	389.6	81 30 1	81 29 56
80°	316.1	79 35 6	79 35 2

„Man sieht aus dieser Zusammenstellung, dass die Uebereinstimmung eine ganz befriedigende genannt werden kann, und die Formeln somit eine Prüfung bis zu 90° aushalten. — Discutiren wir nun die Constanten. Wie schon bemerkt, ist α die Refractionsconstante der allerletzten durchlaufenen Atmosphärenschicht, und muss daher nothwendig für alle Orte der Erde dieselbe sein, sobald der Zustand der Luft derselbe ist, respective an der Erdoberfläche gleichen Druck, gleiche Temperatur und Feuchtigkeit hat.

„Gehen wir zu der Constanten $\gamma' = \frac{\gamma}{c}$ über.

„Man sieht sogleich ein, dass wir die Tangente eigentlich nicht an die äusserste Schicht legen müssen, sondern circa an diejenige, wo die Hälfte der Refraction vollendet ist, oder bei welcher die Dichtigkeit die Hälfte von derjenigen ist, die wir an der Oberfläche der Erde haben. Es ist nun

$$\gamma = \gamma' c = 0.9984114 = \frac{r}{r + m}$$

„Wenn r den Radius der Erde darstellt und m die Höhe jener Mittelschicht über der Erde, nehmen wir für r den mittleren Werth 859.4268 Meilen, so findet sich $m = 1.36$ Meilen. Nehmen wir nun an für diese Höhe sei $\varrho = \frac{1}{2}\varrho_0$ so findet sich nach Bauernfeind $\frac{\varrho}{\varrho_0} = \left(1 - \frac{m}{h}\right)^5$ wenn h die Atmosphärenhöhe bezeichnet. Also: $\frac{1}{2} = \left(1 - \frac{1.36}{h}\right)^5$. Daraus ergibt sich $h = 10.5$ Meilen, also ein Werth, der mit den gewöhnlich angenommenen genügend übereinstimmt. Es ist also in unserer Figur der Punkt P derjenige, in dessen Höhe die Dichtigkeit der Luft auf $\frac{1}{2}$ herabgesunken. — Wenn die Refraction für verschiedene Orte der Erde verschieden ist, so kann dieses nicht von einer Verschiedenheit der Refractionsconstante herrühren, sondern von einer Verschiedenheit von γ'.

„Was endlich die Grösse a' betrifft, so ist diese, wie wir gesehen, schon ihrer Bedeutung nach, als Mass für die Entfernung der beiden Lichtstrahlen, sehr klein, so dass hier nicht wohl eine bedeutende

Aenderung eintreten kann, wenigstens bleibt sie, wie wir aus den folgenden Untersuchungen ersehen werden, für alle möglichen Luftzustände am gleichen Orte immer sich gleich.

„Nach dieser Voruntersuchung können wir nun übergehen zur Vergleichung der einzelnen Refractionen mit denen der Bessel'schen Tafeln und zwar am besten mit den mittlern Refractionen bei 9.3° Centigr. Temp. und 751.7^{mm} Luftdruck. Zur directen Berechnung der Refractionen für bestimmte Zenithdistanzen sind die Gleichungen 1.b und 2.b allerdings nicht sehr geeignet. Man kann zwar bis etwa 85° Zenithdistanz durch Näherungsrechnung ziemlich leicht zum Ziele gelangen. Man setzt nämlich zuerst:

$$\sin x_1 = \gamma' \sin z \text{ und } r_1 = \alpha \operatorname{tg} x_1$$

alsdann

$$\sin x_2 = \gamma' \sin (z + r_1) + a r_1 \text{ und}$$

$$r_2 = \alpha \left(1 + \frac{r_1^2}{2\alpha} \sin 1''\right) \operatorname{tg} x_1$$

u. s. f. bis r_n und r_{n+1} genügend übereinstimmen. Bei grössern Zenithdistanzen dagegen würde diese Methode ziemlich Arbeit verursachen, besonders da man der langsamen Aenderung des Sinus wegen acht, neun- und zehnstellige Logarithmen benutzen muss. Sehr einfach lässt sich dagegen für eine gegebene Refraction die zugehörige Zenithdistanz bestimmen.

1.b gibt nämlich:

$$\operatorname{tg} x = \frac{r}{\alpha \left(1 + \frac{r^2}{2\alpha} \sin 1''\right)}$$

und 2.b: $$\sin (z + r) = \frac{\sin x - a r}{\gamma'}$$

„Wir können also auf diese Art leicht eine Tabelle anfertigen, in der die Refraction regelmässig z. B. von 10 zu 10 Secunden fortschreitet, und alsdann durch Interpolation für jede beliebige Zenithdistanz die Refraction finden. Nehmen wir nun für die Refractionsconstante den rein auf physikalischem Wege gefundenen auf die Temperatur 9.3° Centigr. und 751.7mm Luftdruck reducirten Werth

$c = 1.0002810$ oder $\log \alpha = \log \frac{c-1}{\sin 1''} = 1.763131$

und setzen wir ferner

$\log \gamma' = 9.9992168620-10 \quad \log a' = 3.799658-10$

so ergibt sich nachstehende Vergleichstabelle.

„Die erste Rubrik enthält die Zenithdistanzen, die zweite die Bessel'schen Refractionen (B), die dritte die mit obigen Gleichungen und Constanten berechneten (W), die vierte (W—B) gibt die Differenzen beider Refractionen; für die spätern s. Pag: 281.

z	B	W	D	x_0	Log tg x_0	Log $\alpha_0 \varepsilon_0$
0°	0.0″	0.0″	0.0″	0° 0′ 0″	— ∞	1.76313
10	10.2	10.2	0.0	9 59 6	9.24566	1.76313
20	21.0	21.1	0.1	19 58 10	9.56034	1.76314
30	33.3	33.4	0.1	29 57 4	9.76058	1.76315
40	48.4	48.5	0.1	39 55 45	9.92272	1.76317
45	57.7	57.8	0.1	44 54 54	9.99872	1.76319
50	68.7	68.8	0.1	49 54 1	0.07465	1.76322
55	82.3	82.4	0.1	54 52 52	0.15286	1.76325
60	99.7	99.9	0.2	59 51 24	0.23605	1.76331
65	123.2	123.4	0.2	64 49 36	0.32790	1.76341
70	157.3	157.5	0.2	69 46 40	0.43372	1.76358
75	212.1	212.3	0.2	74 42 9	0.56300	1.76395
76	227.4	227.6	0.2	75 41 0	0.59310	1.76407
77	244.9	245.1	0.2	76 39 47	0.62512	1.76422
78	265.0	265.2	0.2	77 38 12	0.65917	1.76440
79	288.5	288.7	0.2	78 36 35	0.69581	1.76464
80	316.2	316.4	0.2	79 34 37	0.73530	1.76494

z	B	W	D	x_0	Log tg x_0	Log $\alpha_0 \varepsilon_0$
81°	349.3″	349.5″	0.2″	80°32′13″	0.77811	1.76534
82	389.6	389.8	0.2	81 29 22	0.82496	1.76588
83	439.7	439.9	0.2	82 26 2	0.87672	1.76663
84	503.3	503.4	0.1	83 21 46	0.93420	1.76771
84 30′	541.9	541.9	0.0	83 49 14	0.96549	1.76843
85 0	586.5	586.5	0.0	84 16 32	0.99894	1.76933
85 30	639.6	638.2	-1.4	84 43 22	1.03449	1.77047
86 0	698.9	698.9	0.0	85 9 46	1.07250	1.77191
86 30	768.3	770.5	2.2	85 35 30	1.11299	1.77378
87 0	854.6	856.9	2.3	86 0 43	1.15666	1.77627
87 30	960.9	961.8	0.9	86 25 6	1.20346	1.77962
88 0	1088.6	1091.0	2.4	86 48 28.4	1.25359	1.78423
88 30	1250.9	1253.0	2.1	87 10 38.1	1.30710	1.79085
89 0	1464.6	1456.4	-8.2	87 31 8.7	1.36324	1.80004
89 20	1642.7	1618.5	-24.2	87 43 28.6	1.40084	1.80828
89 40	1852.3	1822.1	-30.2	87 55 31.0	1.44097	1.81960
90 0	2094.1	2080.0	-14.1	88 6 54.8	1.48270	1.83536

„Aus der vorstehenden Tabelle ergiebt sich ohne weiteres die Richtigkeit der Gleichungen. Man sieht dass, während die Differenzen bis zu 85° einen ganz regelmässigen Gang haben, nachher einzelne Unregelmässigkeiten eintreten. Es rührt diess daher, dass die Bessel'schen Refractionen bis 85° nach seiner Gleichung berechnet sind, während die spätern einfach durch Beobachtungen ermittelt wurden, wie aus folgender Stelle der Einleitung in die Tabulae Regiomontanae zu entnehmen ist. Nachdem er nämlich von den zur Berechnung nöthigen Formeln gesprochen, fährt er fort:

„„Tabula hoc modo comparata usque ad distantiam zenithalem 85° continuata est. Usque ad hunc fere terminum ipsam examinavi observationibus meridianis quas supra memoravi. Sed pro distantiis majoribus a Vertice Cl. Argelander (. . . . . . .) numeros

fecit circa stellas occidentes observationes. . . . . . Observatas has refractiones quasi supplementum tabulae adjeci“.

„Jedermann wird zugeben, dass Differenzen, wie sie hier zwischen Beobachtung und Rechnung vorkommen, in diesen tiefen Lagen der Sterne nicht von Bedeutung sind. Die aufgestellten Gleichungen sind aber bei mindestens gleicher Genauigkeit, wie die Bessel'sche oder Ivory'sche Formel viel einfacher als diese, und auf ziemlich weniger Hypothesen beruhend. Aus der ganzen Ableitung lassen sich aber einige nicht unwesentliche Schlüsse ziehen. Eine Aenderung der Refraction in Folge der Luftzustandsänderung rührt hauptsächlich her von der Refractionsconstante, respective von α. Nach unserer Entwicklung ist diese aber durch die letzte Atmosphärenschicht bedingt, welche der Lichtstrahl durchdringt, d. h. gerade durch die unmittelbar vor dem Fernrohr gelegene. Man hat also den Zustand dieser Luftschicht zu bestimmen, d. h. man liest nicht ein im Freien aufgehängtes Thermometer ab, sondern ein unmittelbar vor dem Instrument befindliches. Der Barometer muss ebenfalls in der Höhe dieser Schicht angebracht sein. Es ist also hier theoretisch bestätigt, was Hr. Faye nach den Comptes Rendus aus Greenwicher Beobachtungen abgeleitet hat. Weiter hat man schon lange die Ansicht gewonnen, der Betrag der Refraction sei nicht überall derselbe. Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich offenbar folgender Schluss: Die Luft hat auf der ganzen Erde an ihrer Oberfläche gleiche Zusammensetzung, also auch für denselben Zustand in

Bezug auf Druck, Temperatur und Feuchtigkeit überall die gleiche Brechungsfähigkeit, d. h. α ist durch die optischen Gesetze fest bestimmt, und besitzt an allen Orten die gleichen Werthe. Es würde sich höchstens um die Frage handeln, kann die Refractionsconstante auf astronomischem Wege mit grösserer Sicherheit erhalten werden als auf physikalischem.

Anders verhält es sich mit γ'. Diese Grösse hängt einzig von der Atmosphärenhöhe und vom Radius der Erde ab. Wenn man nun letztern überall als gleich annehmen wollte, so sind doch sehr wahrscheinlich, bei ganz gleichem Luftzustande an der Erdoberfläche, die Atmosphärenhöhen an verschiedenen Orten verschieden, weil eben nicht überall die Dichtigkeit nach oben in gleichem Masse abnehmen wird. Aus einer Verschiedenheit der Luftsäulenhöhe aber folgen verschiedene Werthe für γ', also schliesslich auch für die Refractionen. Auf welche Art diese Verschiedenheit bestimmt werden kann, und wie weit ihr Einfluss sich erstreckt, werden wir später sehen. Die Grösse a', die schon an sich klein ist, wird keine merklichen Aenderungen erleiden. Sie misst nämlich die Distanz der beiden parallelen Lichtstrahlen. Statt nun für jeden Luftzustand die Refraction besonders zu bestimmen; nehmen wir besser eine berechnete Fundamentaltafel der mittlern Refractionen an, und bestimmen alsdann die Abweichungen von dieser.

Da die Aenderungen nur klein sind, können wir uns mit einfacher Differentiation begnügen. Es seien die mittlern Werthe mit dem Index 0 bezeichnet.

„Aus den Gleichungen
$\sin (x + r) = c \sin x$, und $\sin x = \gamma' \sin (z + r) + p'$
erhalten wir:

$$\cos (x_0 + r_0) \sin 1'' dx + \cos (x_0 + r_0) \sin 1'' dr = $$
$$= c_0 \cos x_0 \sin 1'' dx + \sin x dc,$$
$$\cos x_0 \sin 1'' dx = \gamma'_0 \cos (z_0 + r_0) \sin 1'' dr$$
$$+ \sin (z_0 + r_0) d\gamma' + dp'$$

Eliminiren wir dx aus beiden Gleichungen und ziehen wir dann zusammen, so ergibt sich:

$$\left[\cos (x_0 + r_0) - \gamma'_0 \cos (z_0 + r_0)\left(c_0 - \frac{\cos (x_0 + r_0)}{\cos x_0}\right)\right] dr$$
$$= \left(c_0 - \frac{\cos (x_0 + r_0)}{\cos x_0}\right) \sin (z_0 + r_0) d\gamma'$$
$$+ \left(c_0 - \frac{\cos (x_0 + r_0)}{\cos x_0}\right) dp' + \frac{\sin x_0}{\sin 1''} . dc.$$

Setzen wir $1 + \frac{r^2_0}{2\alpha_0} \sin 1'' = \varepsilon_0$, so findet sich sehr genähert: $\left(c_0 - \frac{\cos (x_0 + r_0)}{\cos x_0}\right) \cdot \frac{1}{\sin 1''} = \frac{\alpha_0 \varepsilon_0}{\cos^2 x_0}$; ferner ist $dc = \sin 1'' d\alpha$; demnach wird die Gleichung lauten:

3 a) $$\left(\cos (x_0 + r_0) - \gamma'_0 \alpha_0 \varepsilon_0 \frac{\cos (z_0 + r_0)}{\cos^2 x_0} \sin 1''\right) dr =$$
$$\sin x_0 . d\alpha + \alpha_0 \varepsilon_0 \frac{\sin (z_0 + r_0)}{\cos^2 x_0} . d\gamma' + \frac{\alpha_0 \varepsilon_0}{\cos^2 x_0} dp'.$$

Bezeichnen wir den Faktor von dr mit R und setzen wir $\frac{\sin x_0}{\lambda} = P$, $\frac{\alpha_0 \varepsilon_0}{\lambda} \cdot \frac{\sin (z_0 + r_0)}{\cos^2 x_0} = Q$ und $\frac{\alpha_0 \varepsilon_0}{\lambda \cos^2 x_0} = S$, so folgt 3 b) $\quad dr = P . d\alpha + Q d\gamma' + S . dp'$.

„Die P, Q und S kann man nun als bekannte und für alle Orte gültige Funktionen von der Zenithdistanz z in Tafeln bringen. Für P darf man sich mit vierstelligen, für Q und S dagegen schon mit dreistelligen Logarithmen begnügen. Nachstehend folgt eine solche Tafel. Sie enthält S nicht, da, wie sich später ergeben wird, diese Funktion entbehrt werden kann.

z	log P	log Q	z	log P	log Q	z	log P	log Q
1°	8.2419		72° 20'	0.4927	3.279	82° 40'	0.8714	4.364
10	9.2463		40	0.5013	3.303	50	0.8808	4.391
20	9.5611		73 0	0.5102	3.328	83 0	0.8903	4.419
30	9.7606		20	0.5192	3.353	10	0.9900	4.446
40	9.9229		40	0.5282	3.379	20	0.9100	4.474
45	9.9990		74 0	0.5374	3.405	30	0.9201	4.503
50	0.0751		20	0.5468	3.432	40	0.9304	4.533
51	0.0906		40	0.5565	3.460	50	0.9410	4.563
52	0.1061		75 0	0.5663	3.488	84 0	0.9518	4.594
53	0.1218		20	0.5763	3.516	10	0.9631	4.625
54	0.1386		40	0.5864	3.545	20	0.9743	4.657
55	0.1535		76 0	0.5968	3.574	30	0.9858	4.690
56	0.1697		20	0.6073	3.604	40	0.9976	4.724
57	0.1861		40	0.6183	3.636	50	1.0097	4.759
58	0.2027		77 0	0.6294	3.667	85 0	1.0222	4.794
59	0.2196		20	0.6407	3.700	10	1.0351	4.830
60	0.2369		40	0.6522	3.733	20	1.0482	4.867
61	0.2543		78 0	0.6642	3.767	30	1.0617	4.905
62	0.2723		10	0.6703	3.784	40	1.0755	4.944
63	0.2908		20	0.6764	3.802	50	1.0898	4.983
64° 0'	0.3097		30	0.6826	3.820	86 0	1.1046	5.023
20	0.3161		40	0.6889	3.838	10	1.1198	5.065
40	0.3226		50	0.6954	3.856	20	1.1354	5.108
65 0	0.3291		79 0	0.7019	3.875	30	1.1515	5.153
20	0.3357		10	0.7084	3.894	40	1.1682	5.200
40	0.3423		20	0.7151	3.913	50	1.1854	5.248
66 0	0.3490		30	0.7219	3.932	87 0	1.2030	5.298
20	0.3585		40	0.7287	3.952	10	1.2218	5.346
40	0.3626		50	0.7356	3.972	20	1.2409	5.396
67 0	0.3695		80 0	0.7426	3.993	30	1.2605	5.448
20	0.3765		10	0.7497	4.013	40	1.2804	5.502
40	0.3835		20	0.7569	4.033	50	1.3005	5.558
68 0	0.3907		30	0.7643	4.054	88 0	1.3216	5.615
20	0.3979		40	0.7716	4.076	10	1.3432	5.674
40	0.4053		50	0.7792	4.098	20	1.3661	5.734
69 0	0.4128		81 0	0.7868	4.121	30	1.3899	5.796
20	0.4203		10	0.7946	4.143	40	1.4137	5.859
40	0.4278		20	0.8025	4.166	50	1.4377	5.924
70 0	0.4356	3.123	30	0.8106	4.189	89 0	1.4616	5.989
20	0.4433	3.143	40	0.8188	4.213	10	1.4846	6.054
40	0.4513	3.165	50	0.8272	4.237	20	1.5077	6.119
71 0	0.4593	3.187	82 0	0.8358	4.262	30	1.5296	6.187
20	0.4676	3.209	10	0.8445	4.286	40	1.5515	6.254
40	0.4758	3.232	20	0.8533	4.311	50	1.5711	6.321
72 0	0.4842	3.256	30	0.8623	4.337	90 0	1.5869	6.388

„Jetzt handelt es sich um die Bestimmung der Correctionsgrössen, $d\alpha$, dy' und da'.

„1) Was $d\alpha$ betrifft, so können wir diese nach rein optischen Gesetzen bestimmen. Es seien der Luftdruck, die absolute Temperatur und die Dichtigkeit für den der mittleren Refraction zugehörigen Zustand der untersten Atmosphärenschicht, respective p_0, T_0 und ϱ_0, für einen andern Zustand p, T und ϱ, ferner setzen wir $p - p_0 = \pi$, $T - T_0 = \tau$. Es besteht nun bekanntlich, wenn c den Brechungsexponent bezeichnet, für jedes Gas die Beziehung $\frac{c^2 - 1}{\varrho} = k$, wo k constant ist für dasselbe Gas. Also auch $\frac{c^2 - 1}{\varrho \cdot \sin 1''} = \frac{k}{\sin 1''}$ oder $\frac{(c+1)(c-1)}{\varrho \cdot \sin 1''} = \frac{k}{\sin 1''}$, somit $(c+1)\,\alpha = \frac{k}{\sin 1''} \cdot \varrho$ oder $[2 + (c-1)]\alpha = \frac{k}{\sin 1''} \cdot \varrho$, also $2\alpha + \alpha^2 . \sin 1'' = \frac{k}{\sin 1''} . \varrho$, demnach findet sich: $(1 + \alpha_0 \sin 1'') . d\alpha = \frac{k}{2 \sin 1''} . d\varrho$. Daraus folgt unmittelbar: $d\alpha = \frac{k}{2 \cdot c_0 \cdot \sin 1''} . d\varrho = k' . d\varrho$.

„Man hat aber:

$$\frac{\varrho}{\varrho_0} = \frac{p}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T}, \text{ also } d\varrho = \frac{pT_0 - p_0T}{p_0T} . \varrho_0 .$$

„Da $\varrho_0 = 2\alpha_0\left(1 + \frac{\alpha_0}{2} \sin 1''\right)\frac{\sin 1''}{k}$, so folgt

$$d\alpha = \frac{pT_0 - p_0T}{p_0T}\left(1 + \frac{\alpha_0}{2} \sin 1''\right) \alpha_0 . \frac{1}{c_0}.$$

Da aber $c_0 = 1 + \alpha_0 \sin 1''$, so ist mit sehr grosser Annäherung $d\alpha = \frac{pT_0 - p_0T}{p_0T} \cdot \left(1 - \frac{\alpha_0}{2} \sin 1''\right)\alpha_0$, oder auch a) $d\alpha = \frac{\pi T_0 - \tau p_0}{p_0T} \cdot \left(1 - \frac{\alpha_0}{2} \sin 1''\right)\alpha_0$.

„2) Gehen wir über zur Bestimmung von $d\gamma'$. Aus dem frühern ersieht man, dass $\gamma' = \frac{\gamma}{c}$, wo γ das Verhältniss des Erdradius zur Summe von diesem und der in Betracht zu ziehenden Athmosphärenhöhe bezeichnet. Da die Höhe der Luftschicht an und für sich schon klein ist, so wird um so mehr noch $d\gamma$ klein sein. Bezeichnen wir den Erdradius an dem betreffenden Beobachtungsorte mit 1, die nöthige Atmosphärenhöhe mit h, so ist

$$\gamma = \frac{1}{1+h}, \text{ also } d\gamma = -\frac{dh}{(1+h_0)^2} = -\gamma_0^{\,2} \,.\, dh.$$

„Wollen wir nun die mittlern Refractionen eines Ortes als Grundlage für einen andern Ort benutzen, so müssen wir zunächst dh in zwei Theile zerlegen, einen constanten ω, welcher andeutet, dass die Atmosphäre nicht überall gleich hoch sei, und einer veränderlichen dh' die von Barometerstand und Luftdruck abhängig ist, und deren Constanten für jeden Ort besondere Werthe haben. Es ist also

$$dh = \omega + dh'.$$

Nun können wir angenähert schreiben

$$h_0 + dh' = h_0\,(1 + k\pi)\,(1 + \varepsilon\tau),$$

wo k und ε zu bestimmende Constanten sind. Oder $dh' = h_0(k\pi + \varepsilon\tau + k\varepsilon\pi\tau)$. Somit erhalten wir

$$d\gamma = -\gamma_0^{\,2}\, h_0\,(k\pi + \varepsilon\tau + k\varepsilon\pi\tau) - \gamma_0^{\,2} \,.\, \omega$$
$$= -\gamma_0(1-\gamma_0)\,(k\pi + \varepsilon\tau + k\varepsilon\pi\tau) - \gamma_0^{\,2}\,\omega.$$

Folglich

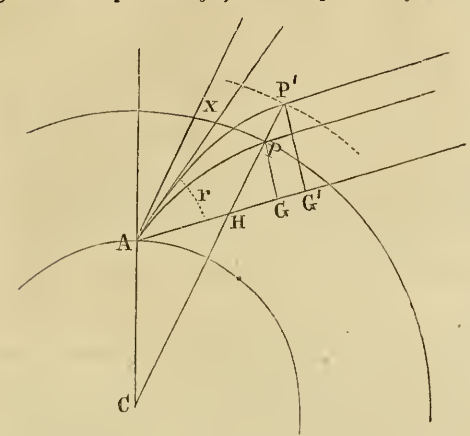
$$d\gamma' = -\gamma_0'\,(1 - c_0\gamma_0')\,(k\pi + \varepsilon\tau + k\varepsilon\pi\tau) - c_0^{\,2}\,\gamma_0'\,\omega - \frac{\gamma'_0}{c_0}dc,$$

oder sehr genähert

$$d\gamma' = -\gamma_0'(1-\gamma_0')\,(k\pi + \varepsilon\tau + k\varepsilon\pi\tau) - \gamma_0'^{\,2}\,\omega.$$

Setzen wir noch $\gamma_0'\,(1-\gamma_0') = \beta$ und $\gamma_0'^{\,2}\,\omega = \eta$, so wird $d\gamma' = -\beta\,(k\pi + \varepsilon\tau + k\varepsilon\pi\tau) - \eta$, wo $\eta = 0$ für den Ort, für welchen die mittlere Refractionstafel gilt.

„3) Es bleibt noch da' zu ermitteln. Wir hatten gesetzt: $p = a_0 r$, also $dp = a_0 dr + r_0 da$, wo p ein Maass für die Distanz der beiden parallelen Lichtstrahlen ist. Nehmen wir nun an, es sei C der Mittelpunkt der Erde, A der Beobachtungsort, P der Punkt, wo der Lichtstrahl in



die Atmosphäre eintritt, so ist $PG = p$. Nimmt nun die Atmosphärenhöhe um $PP' = dh$ zu, so wird der Lichtstrahl im Punkte P' einfallen und wir können ihn, ohne viel zu fehlen, dem ursprünglichen parallel annehmen. Da Winkel $AHG = x_0 + r_0$, so können wir offenbar setzen:

$$dp = P'G' - PG = PP' \,.\, \sin(x_0 + r_0),$$

also, da wir es mit verkürzter Atmosphärenhöhe zu thun haben: $dp = \mu \,.\, dh \,.\, \sin(x_0 + r_0)$, wo μ ein durch Beobachtung zu bestimmender Faktor ist. Oder auch

$$dp = -\mu \,.\, \frac{d\gamma}{\gamma_0{}^2} \,.\, \sin(x_0 + r_0),$$

oder mit grosser Annäherung:

$$dp = -\frac{\mu}{\gamma_0{}'^2} \,.\, d\gamma' \,.\, \sin(x_0 + r_0).$$

Setzen wir den Werth von $d\gamma'$ ein, so haben wir:

$$dp = \frac{\mu}{\gamma_0{}'^2} [\beta (k\pi + \varepsilon\tau + k\varepsilon\pi \,.\, \tau) + \eta] \,.\, \sin(x_0 + r_0).$$

„Benutzen wir die erhaltenen Resultate, so ergibt sich folgende Gleichung, wenn noch zur Abkürzung $\alpha_0\left(1 - \frac{\alpha_0}{2} \sin 1''\right) = \alpha_0'$:

$$dr = \alpha_0' \,.\, P \,.\, \frac{\pi T_0 - \tau p_0}{p T_0} - Q[\beta(k\pi + \varepsilon\tau + k\varepsilon\pi\tau) + \eta]$$
$$+ S \,.\left[\frac{\mu}{\gamma_0'^2 \cdot r_0}[\beta(k\pi + \varepsilon\tau + k\varepsilon\pi\tau) + \eta] \sin(x_0 + r_0)\right].$$

„Wir können, da es sich bei Q und S nur um dreistellige Logarithmen handelt, ganz gut setzen:

$$S \,.\, \frac{\sin(x_0 + r_0)}{\gamma_0'^2 r_0} = Q.$$

Alsdann wird:

$$dr = \alpha_0' P \,.\, \frac{\pi T_0 - \tau p_0}{p_0 T} - Q(1-\mu)[\beta(k\pi + \varepsilon\tau + k\varepsilon\pi\tau) + \eta].$$

Untersuchen wir die Genauigkeit dieser Gleichung mit den Bessel'schen Werthen. Es ist in diesem Falle $T_0 = 282.^c2$ Cels.; $p_0 = 751.3^{mm}$ bei $9.^c3$ Cels. Quecksilbertemperatur. Setzen wir zunächst $\pi = 0$, so wird, da auch $\eta = 0$,

$$dr = \alpha_0' P \,.\, \frac{\tau}{T} - Q(1 - \mu) \,.\, \beta\varepsilon\tau,$$

wo $\log \alpha_0' = 1.7631 \qquad \log \beta = 7.255 - 10.$

„Wir finden alsdann aus der Refraction bei 87° Zenithdistanz: $\log(1 - \mu)\varepsilon = 7.056 - 10.$ Nehmen wir $\tau = 0$, so wird:

$$dr = \alpha_0' P \,.\, \frac{\pi}{p_0} - Q(1 - \mu)\beta k\pi,$$

und daraus für $z = 87°$:

$$\log(1 - \mu)k = 6.245 - 10.$$

„Bei der gleichen Zenithdistanz findet sich endlich noch: $\log(1 - \mu)k\varepsilon = 4.615 - 10.$

„Aus den drei Daten

$$\log(1 - \mu)\varepsilon = 7.056 - 10,$$
$$\log(1 - \mu)k = 6.245 - 10,$$
$$\log(1 - \mu)k\varepsilon = 4.615 - 10,$$

erhält man: $\log \varepsilon = 8.370 - 10$, $\log k = 7.559 - 10$, $\log (1-\mu) = 8.686 - 10$. Wir können nun setzen: $(1-\mu)\beta k = \omega_1$, $(1-\mu)\beta\varepsilon = \omega_2$, $(1-\mu)k\varepsilon\beta = \omega_3$ und $(1-\mu)\eta = \eta'$, wo $\log \omega_1 = 3.500 - 10$, $\log \omega_2 = 4.311 - 10$, $\log \omega_3 = 1.870 - 10$, und es wird alsdann:

$$dr = \alpha_0' P \cdot \frac{\pi T_0 - \tau p_0}{p_0 T} - Q(\omega_1 \pi + \omega_2 \tau + \omega_3 \pi\tau + \eta').$$

„Ich lasse nun einige Vergleichungen bei verschiedenen Luftzuständen folgen. In der ersten Columne gebe ich unter **M** den Werth $\alpha_0' P \cdot \frac{\pi T_0 - \tau p_0}{p_0 T}$, in der zweiten unter **N** den zweiten Theil $Q(\omega_1\pi + \omega_2\tau + \omega_3\pi\tau)$, in der dritten unter **W** den berechneten Werth von dr, in der vierten den Bessel'schen unter **B**, und in der fünften endlich die Differenz **D** $= W - B$. Ich denke mir die Barometerstände auf die Mitteltemperatur 9.°3 Cels. reducirt. Es ist ferner angenommen: $p_0 = 751.7^{mm}$, $T_0 = 282.°2$ Cels.

„1) $p = p_0$, $T = 253.°0$ Cels., also $\tau = -29,°2$ und $\pi = 0$. Es entspricht diess der Lufttemperatur — 16.°0 Reaum. und einem auf diese reducirten Barometerstand von 27″ 7.‴43 Par. Alsdann wird, wenn die Coëfficienten durch ihre Logarithmen in ( ) dargestellt sind: $dr = (0.8269)\,P + (5.778 - 10)\,Q$.

z	M	N	W	B	D	z	M	N	W	B	D
1°	0.1″		0.1″	0.1″	0.0″	70°	18.3″	0.08″	18.4″	17.9″	0.5″
10	1.2		1.2	1.2	0.0	75	24.7	0.18	24.9	24.4	0.5
20	2.4		2.4	2.4	0.0	80	37.1	0.59	37.7	37.2	0.5
30	3.9		3.9	3.8	0.1	81	40.9	0.79	41.7	41.6	0.1
40	5.6		5.6	5.5	0.1	82	46.0	1.10	47.1	46.8	0.3
45	6.7		6.7	6.6	0.1	83	52.1	1.6	53.7	53.6	0.1
50	8.0		8.0	7.8	0.2	84	60.1	2.4	62.5	62.5	0.0
55	9.6		9.6	9.4	0.2	85	70.7	3.7	74.4	74.8	—0.4
60	11.6		11.6	11.4	0.2	86	85.4	6.4	91.8	92.5	—0.7
65	14.3		14.3	14.1	0.2	87	107.1	11.9	119.0	119.6	—0.5

„2) $p = p_0$, $T = 308.°0$ Cels., $\tau = +25.°8$ Cels., und $\pi = 0$. Es entspricht diess der Lufttemperatur $+28.°0$ Reaum. und dem auf diese reducirten Barometerstande von 27″ 10.‴65. Es findet sich alsdann:

$$-dr = (0.6861)\,P + (5.723 - 10)\,Q.$$

„In der Tabelle sind nur die absoluten Werthe *dr* gegeben.

z	M	N	W	B	D	z	M	N	W	B	D
1°	0.1″		0.1″	0.1″	0.0″	70°	13.2″	0.07″	13.3″	13.4″	-0.1″
10	0.9		0.9	0.9	0.0	75	17.9	0.16	18.1	18.1	0.0
20	1.8		1.8	1.8	0.0	80	26.8	0.52	27.3	27.6	-0.4
30	2.8		2.8	2.8	0.0	81	29.6	0.69	30.3	30.7	-0.4
40	4.0		4.0	4.0	0.0	82	33.3	0.96	34.3	34.7	-0.4
45	4.8		4.8	4.9	-0.1	83	37.7	1.38	39.1	39.7	-0.6
50	5.7		5.7	5.8	-0.1	84	43.5	2.1	45.6	46.1	-0.5
55	6.9		6.9	7.0	-0.1	85	51.1	3.3	54.4	55.2	-0.8
60	8.3		8.3	8.5	-0.2	86	61.8	5.6	67.4	67.9	-0.5
65	10.3		10.3	10.4	-0.1	87	77.5	10.5	88.0	87.0	1.0

„3) $p = 712.9^{mm}$, $T = T_0 = 282.°2$ Cels., also $\pi = -38.8^{mm}$, $\tau = 0$. Es entspricht diess einem reducirten Luftdrucke von 26″ 4.‴0. Man findet demnach: $-dr = (0.4759)\,.\,P - (5.089 - 10)\,.\,Q$.

„In der Tabelle folgen wieder einfach die absoluten Werthe von *dr*.

z	M	N	W	B	D	z	M	N	W	B	D
1°	0.05″		0.05″	0.05″	0.0″	70°	8.2″	0.02″	8.2″	8.2″	0.0″
10	0.53		0.53	0.51	0.0	75	11.0	0.04	11.0	11.0	0.0
20	1.1		1.1	1.1	0.0	80	16.5	0.1	16.4	16.4	0.0
30	1.7		1.7	1.7	0.0	81	18.3	0.2	18.1	18.1	0.0
40	2.5		2.5	2.5	0.0	82	20.5	0.2	20.3	20.3	0.0
45	3.0		3.0	3.0	0.0	83	23.2	0.3	22.9	22.9	0.0
50	3.6		3.6	3.6	0.0	84	26.8	0.5	26.3	26.3	0.0
55	4.3		4.3	4.3	0.0	85	31.5	0.8	30.7	30.7	0.0
60	5.2		5.2	5.2	0.0	86	38.1	1.3	36.8	36.8	0.0
65	6.4		6.4	6.4	0.0	87	47.7	2.4	45.3	45.3	0.0

„4) $p = 783.5^{mm}$, $T = 258^{\circ}.0$ Cels., also $\pi = 31.8^{mm}$, $\tau = -24^{\circ}.2$. Es entspricht diess einer Lufttemperatur von $-12^{\circ}.0$ Réaum. und einem auf diese reducirten Barometerstande von 28″ 10.‴0. Man erhält: $dr = (0.9093) . P + (5.656 - 10) . Q$.

z	M	N	W	B	D	z	M	N	W	B	D
1°	0.14″		0.14″	0.14″	0.0″	70°	22.1″	0.06″	22.2″	21.9″	0.3″
10	1.43		1.43	1.39	0.0	75	29.9	0.14	30.0	29.7	0.3
20	3.0		3.0	2.9	0.1	80	44.8	0.4	45.2	45.1	0.1
30	4.7		4.7	4.6	0.1	81	49.5	0.6	50.1	50.1	0.0
40	6.8		6.8	6.7	0.1	82	55.6	0.8	56.4	56.5	-0.1
45	8.1		8.1	8.0	0.1	83	63.0	1.2	64.2	64.4	-0.2
50	9.6		9.6	9.5	0.1	84	72.7	1.8	74.5	74.8	-0.3
55	11.6		11.6	11.4	0.2	85	85.4	2.8	88.2	88.9	-0.7
60	14.0		14.0	13.9	0.1	86	103.3	4.8	108.1	109.0	-0.9
65	17.3		17.3	17.1	0.2	87	129.5	9.0	138.5	138.2	0.3

„Die angeführten Beispiele geben eine Uebersicht über die Zulässigkeit der entwickelten Differentialgleichung, und wenn man bedenkt, dass die Besselschen Werthe gewiss auch nicht absolute Genauigkeit beanspruchen, lässt die Uebereinstimmung nichts zu wünschen übrig.

„Aus der ganzen Abhandlung glaube ich nun als Hauptresultate folgende Schlüsse ziehen zu können:

„1) Es muss zur Bestimmung der Lufttemperatur ein Thermometer in der Nähe des Instrumentes, für den Meridiansaal im Luftzug der Meridianöffnung aufgestellt werden.

„2) Alsdann ist als Brechungsexponent einfach der physikalisch gefundene Werth zu benutzen.

„3) Bis mindestens zu 75° Zenithdistanz sind an allen Orten der Erde bei gleicher Temperatur im Beobachtungslokal und gleichem Luftdruck die Refrac-

tionen absolut dieselben. (Dieser Satz dünkt mich wesentlich.) Ja, da das Glied mit Q im Anfang nur geringen Einfluss hat, geht die Gleichheit wohl bis über 80° Zenithdistanz.

„4) Für die Bestimmung des Einflusses des Gliedes mit dem Factor Q ist der Natur der Sache nach die äussere Lufttemperatur zu benutzen; jedoch wird man, ausgenommen bei sehr tiefen Sternen, auch die innere Temperatur benutzen können.

„5) Man kann jede für irgend einen Ort als richtig anerkannte mittlere Refractionstafel als Grundlage benutzen, und hat für andere Orte einzig die erste bei sehr tiefen Sternen bemerkbare Grösse $Q\eta'$ als constante Correction der mittlern Refraction anzusehen.

„Wie man aus den vier letzten Vergleichstabellen sieht, kommen Unterschiede mit Bessel's Werthen hauptsächlich in Folge Temperaturveränderungen vor. Diese Differenzen lassen sich auch leicht erklären, indem man annimmt, dass der in den Bessel'schen Tafeln angenommenen Lufttemperatur eine andere des Meridiansaales entsprechen muss.

„Es ist vielleicht von Interesse, den Einfluss eines Fehlers in der Temperatur zu kennen, und zwar kann es sich nur um Glied $Pd\alpha$ handeln. Es ist:

$$Pd\alpha = P\left(\frac{p}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T} - 1\right)\alpha.$$

„Ist nun die wahre Temperatur $T + dt$, so wird die wahre Correction werden:

$$Pd\alpha = P\left(\frac{p}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T} - 1\right)\alpha_0 - P \, . \, \alpha_0 \frac{T_0}{T^2} \cdot \frac{p}{p_0} \, . \, dt,$$

also ist ein Fehler begangen worden von

$$P\alpha_0 \frac{T_0}{T^2} \cdot \frac{p}{p_0} \, . \, dt;$$

für den mitttern Luftzustand reducirt sich diess auf;

$$P \, . \, \alpha_0 \frac{dt}{T_0}.$$

„Aus den Mittheilungen des Herrn Bakhuyzen (Astronom. Nachrichten Nr. 1720 u. 1721) ergibt sich, dass für die seit 1851 bis 1864 gemachten Culminationsbeobachtungen von α Urs. min., bei einem mittleren Temperaturüberschuss aussen, von 6°.30 Fahr. oder 3°.61 Cels. gegen innen sich eine Poldistanzdifferenz ergibt von 0″.50 bei oberer Culmination, und eine solche von —0.″56 bei unterer Culmination bei 5°.86 Fahr. = 3.°26 Cels. Temperaturdifferenz.

„Es hat nun in Greenwich α Urs. minor. in oberer Culmination die Zenithdistanz von 37° 4′, in unterer von 39° 55′.

„Setzen wir also die betreffenden Werthe von P ein und dt im ersten Falle 3.61, im zweiten 3.26, so finden sich als Correctionen aus $P \, . \, \alpha_0 \, . \frac{dt}{T}$ die Werthe 0″.56 und —0″.56, welche mit den obigen Zahlen gewiss genügend übereinstimmen.“

Zum Schlusse mag noch eine kurze Fortsetzung der Sonnenfleckenliteratur folgen.

248) Ueber die Sonnenbeobachtungen von Rivinus.

Herr Fritz machte mich zur Zeit darauf aufmerksam, dass Littrow in seiner Uebersetzung von Whewell's Geschichte der inductiven Wissenschaften (III, 313) einer biographischen Notiz über den Botaniker August Quirin Rivinus (Leipzig 1652 — Leipzig 1723; Professor der Botanik und Physiologie in Leipzig) die Bemerkung beigefügt habe: »Er beschäftigte sich auch sehr thätig mit der practischen Astronomie, und wurde durch seine Beobachtungen der

Sonnenflecken die letzten Jahre seines Lebens blind.« Es veranlasste mich diess Herrn Professor Bruhns in Leipzig über diesen Rivinus und namentlich darüber in Anfrage zu setzen, ob sich vielleicht auf einer der Bibliotheken in Leipzig die erwähnten Beobachtungen erhalten haben möchten. Herr Bruhns hatte nun die Gefälligkeit mir unter dem 13. Nov. 1868 Folgendes zu schreiben: »Lange habe ich gezögert bevor ich mich bemühen konnte über August Quirinus Rivinus zu erfahren, dass er in den hiesigen Bibliotheken kein Manuscript mit Sonnenfleckenbeobachtungen hinterlassen hat. Auch in seinen vielen gedruckten Schriften und Dissertationen kommen, soviel ich selbst nachgesehen habe, keine Beobachtungen vor. Da Sie auch mit negativen Resultaten zufrieden sind, halte ich Ihnen diese nicht länger vor.«

249) Wochenschrift für Astronomie etc., herausgegeben von Prof. Heis in Münster. Jahrg. 1868 und 1869 (Forts. zu 246).

Herr Weber in Peckeloh hat in Fortsetzung seiner Beobachtungsreihen im Jahre 1868 folgende Zählungen gemacht:

1868.			1868.			1868.			1868.			1868.		
I	2	2.3	II	6	1.5	III	7	1.1	III	30	3.34	IV	20	2.49
–	3	2.5	–	7	1.2	–	9	1.8	–	31	3.49	–	21	2.23
–	9	2.73	–	8	1.2	–	10	1.23	IV	2	4.43	–	22	3.34
–	11	2.49	–	9	1.1	–	13	2.31	–	3	3.51	–	23	3.23
–	14	1.5	–	10	1.1	–	15	2.41	–	4	3.47	–	24	3.21
–	15	1.1	–	12	1.1	–	16	4.33	–	5	3.59	–	25	2.4
–	16	0.0	–	16	0.0	–	18	1.29	–	6	4.29	–	26	2.5
–	17	0.0	–	17	1.1	–	19	1.19	–	7	4.16	–	27	2.13
–	18	0.0	–	18	2.36	–	20	2.18	–	8	3.11	–	28	2.15
–	20	0.0	–	19	2.12	–	22	1.2	–	9	2.13	–	29	3.11
–	21	0.0	–	22	1.7	–	23	1.7	–	10	2.13	–	30	2.7
–	24	0.0	–	28	0.0	–	24	1.5	–	11	2.29	V	1	2.9
–	27	1.1	–	29	1.3	–	25	1.7	–	13	2.59	–	2	2.3
–	29	1.3	III	1	1.3	–	26	1.37	–	15	2.73	–	3	1.1
II	2	2.2	–	2	1.41	–	27	1.33	–	17	2.47	–	4	3.5
–	3	1.5	–	3	1.30		28	2.31	–	18	3.49	–	5	3.13
–	4	1.7	–	6	1.8	·	29	2.29	-	19	3.56	–	6	3.15

1868.			1868.			1868.			1868.			1868.		
V	7	2.17	VI	18	3.19	VII	29	3.41	IX	6	4.51	X	17	2.15
–	8	1.34	–	19	3.16	–	30	4.10	–	7	3.34	–	18	2.37
–	9	3.31	–	20	4.18	–	31	4.11	–	8	3.47	–	21	5.57
–	10	3.57	–	21	3.18	VIII	1	2.37	–	9	4.36	–	22	3.61
–	11	3.47	–	22	5.25	–	2	3.33	–	10	4.39	–	23	5.47
–	12	3.31	–	23	3.29	–	3	2.39	–	11	7.41	–	24	6.34
–	14	3.21	–	24	4.40	–	4	4.31	–	12	5.54	–	25	5.45
–	15	2.26	–	25	4.45	–	5	3.29	–	13	6.69	–	26	5.73
–	16	1.11	–	26	3.37	–	6	2.23	–	14	6.31	–	28	9.111
–	17	2.14	–	27	1.31	–	7	1.21	–	15	5.39	–	30	9.147
–	18	2.19	–	28	3.41	–	8	3.22	–	16	5.21	XI	5	5.30
–	19	2.21	–	29	3.37	–	9	3.33	–	17	5.28	–	6	6.31
–	20	2.24	–	30	5.33	–	10	3.21	–	18	3.17	–	14	4.51
–	21	2.17	VII	1	4.31	–	11	2.19	–	19	4.16	–	15	4.66
–	22	2.11	–	2	5.25	–	12	2.41	–	20	5.23	–	18	7.46
–	23	1.2	–	3	3.45	–	13	2.46	–	21	4.31	–	19	8.51
–	24	0.0	–	4	3.38	–	14	3.51	–	22	4.37	–	20	10.57
–	25	0.0	–	5	3.11	–	15	4.83	–	24	4.21	–	21	4.48
–	26	1.4	–	6	1.1	–	16	7.91	–	25	2.23	–	23	5.16
–	27	1.9	–	7	0.0	–	17	5.67	–	26	4.37	–	24	4.17
–	28	2.27	–	8	0.0	–	18	3.39	–	27	4.38	–	25	6.24
–	29	3.17	–	9	0.0	–	20	3.29	–	28	4.25	–	26	6.31
–	30	3.14	–	10	0.0	–	21	2.31	–	29	5.31	XII	1	5.17
VI	1	4.21	–	11	0.0	–	22	3.41	–	30	6.51	–	2	8.39
–	2	6.43	–	12	0.0	–	23	3.36	X	1	6.53	–	7	4.21
–	3	5.61	–	16	3.12	–	24	4.19	–	2	4.36	–	8	5.21
–	4	4.31	–	17	2.16	–	25	4.24	–	3	3.23	–	10	6.51
–	5	4.19	–	18	4.23	–	26	4.13	–	4	4.19	–	11	7.73
–	6	5.16	–	19	4.21	–	27	5.19	–	6	4.16	–	13	7.79
–	7	4.21	–	20	6.28	–	28	5.16	–	7	5.19	–	14	8.72
–	8	3.10	–	21	6.41	–	29	2.4	–	8	4.7	–	16	6.27
–	9	2.7	–	22	5.45	–	30	1.2	–	9	4.10	–	20	4.7
–	12	1.5	–	23	3.31	–	31	0.0	–	10	5.7	–	22	6.51
–	13	1.3	–	24	4.61	IX	1	0.0	–	11	4.11	–	23	5.73
–	14	0.0	–	25	5.67	–	2	4.18	–	12	6.11	–	28	9.37
–	15	1.1	–	26	4.76	–	3	3.45	–	13	7.14	–	29	8.34
–	16	2.5	–	27	4.63	–	4	2.47	–	15	2.7	–	30	5.27
–	17	3.14	–	28	2.47	–	5	3.22	–	16	2.9	–	31	5.23

250) Astronomische Nachrichten. Nr. 1745.

Herr Direktor Jul. Schmidt in Athen theilt in Fortsetzung früherer Beobachtungsreihen folgende Sonnenflecken-Zählungen mit:

1868.		1868.		1868.		1868.	
I 30	1.3	IV 14	2.60.·.	VI 22	2.18	X 22	3.45
II 1	1.3	– 15	2.60.·.	VII 3	2.28	– 26	5.36
– 3	1.20	– 17	2.42	– 14	1.4 .·.	XI 2	6.50 :
– 8	0.0	– 19	2.15 :	– 24	2.27.·.	– 4	6.50
– 11	0.0::	– 23	1.—	VIII 4	2.12	– 5	5.—
– 16	0.0	– 24	2.11	– 17	3.—	– 16	5.36 :
– 25	2.7	– 26	1.2	– 18	4.16	XII 6	4.13
– 26	0.0	– 27	1.7	– 23	3.20	– 19	1.2
– 28	1.1	– 29	2.9	IX 6	3.27	– 22	5.26
III 8	1.4	V 1	1.2	– 9	4.27	– 23	6.47
– 10	1.15	– 5	3.9	– 12	2.16	– 24	4.—::
– 11	1.17	– 16	2.7	– 25	2.21	– 26	7.53
– 20	2.20	– 22	2.2	– 28	2.—	– 29	6.17
– 21	2.12	– 27	1.16	– 30	6.38	– 30	4.— :
– 31	2.22	VI 8	2.5	X 5	3.12		
IV 8	2.8 .·.	– 9	2.10	– 21	3.56		

Ueber die Bedeutung der beigesetzten Punkte sagt Herr Schmidt nichts; es ist also wohl anzunehmen, dass sie wie bei seinen Fleckenzählungen von 1866 (A. N. 1627), wo zwar nur einige : vorkommen, mehr oder weniger unruhige Luft andeuten.

Die Vertheilung der Gewitter in der Schweiz

von

H. Fritz.

Die Schweiz mit ihren von ewigem Schnee gekrönten, durch zahlreiche grössere und kleinere Thäler zerschnittenen Alpen, den höchsten Erhebungen Europa's, mit dem niederern, der Haupterhebung nahe parallellaufenden Jura, mit dem zwischen diesen beiden Höhenzügen eingeschlossenen, theils von Höhenzügen und einzelnen Erhebungen durchsetzten, theils grosse Wasserbecken bildenden, grossen Thalzuge, bildet für die Meteorologie Europa's einen sehr wichtigen Theil des Continentes; sie bietet der Beobachtung und der Untersuchung ein sehr reichhaltiges Feld. Nicht nur Wärme, Luftdruck, Niederschlag und Winde, welche sich durch Messungen auf ein bestimmtes Mass reduziren lassen, sondern auch diejenigen meteorologischen Erscheinungen, welche sich einen weniger bestimmten Massstab anlegen lassen, bieten theils wissenschaftlich, theils practisch der Untersuchung viel Interessantes und Wissenswerthes. Zu diesen Erscheinungen gehört das G e w i t t e r. Eine genaue Untersuchung der Gewittererscheinungen ertheilt uns Aufschlüsse über die Art, die Zeit und

den Ort der Ansammlung und Ausgleichung der Gewitterelektrizität, zeigt uns für jeden Ort des Landes die Grösse der Gefahr für Menschen, Thiere, Pflanzen, Gebäude u. s. w., welche durch Gewitter, oder den damit in gewissem Zusammenhange stehenden Hagel droht, und führt am sichersten zur einstigen Erkenntniss der Ursache und Art der Entwicklung der Erscheinung selbst. Ist es auch unmöglich aus dem bis jetzt vorliegenden Beobachtungsmaterial ein vollständiges Bild über die Gewittervertheilung in der Schweiz aufzustellen, so genügen doch die ältern vorhandenen Beobachtungen, vereint mit dem reichen Material, welches seit 1864 auf den schweizerischen meteorologischen Stationen gesammelt wurde, um einen Ueberblick über dieses Gebiet zu erhalten und um die Richtung anzudeuten, nach welcher hin die Vervollständigung des vorhandenen Materials möglich ist. Eine Uebersicht der allgemeinen Vertheilung der Gewitter in der Schweiz zu geben, ist folgende Tabelle bestimmt, welche in der Weise geordnet ist, dass unter Zusammenordnung der Kantone drei von WSW nach ONO streichende Zonen gebildet werden, welche dem Jura, dem eigentlichen Hochgebirgszuge und dem dazwischen liegenden tiefern Lande einigermassen entsprechen. Um die Beobachtungsstationen der einzelnen Kantone möglichst zusammenzuhalten, wurde einzig der Kanton Bern getrennt. Die Tabelle gibt die Durchschnittszahlen der Gewittertage, die Extreme und die jährliche Vertheilung der Gewitter auf die 12 Monate an. Die einzelnen Reihen werden durch die Ueberschriften erklärt.

Die Quellen zu dieser Tabelle bilden für die Nummern:

1—3, 6—12, 14—18, 20—25, 27—47, 49—57, 59—70, 74—80, 82, 84—89, 90—94, 96—100, die schweizerischen meteorologischen Beobachtungen.

1 und 3—5 Bullet. de la Soc. d. scienc. natur. de Neuchâtel.

13 Hofmeister, Witterungsverhältnisse von Lenzburg (Denkschr. d. schweiz. naturf. Gesellsch. 1847).

19. Plantamour, Clima de Genève (Genf 1867, 4).

23, 24, 26, Bull. d. l. Soc. d. sc. nat. à Lausanne.

32. Mittheilungen d. naturf. Gesellsch. in Bern 1853.

39. Aus Stanser Tagebüchern. Vierteljahrsschr. d. naturf. Gesellsch. in Zürich.

45. Mittheil. d. naturf. Gesellsch. in Bern 1852 und d. naturf. Gesellsch. in Zürich B. 2.

48. Jahresbericht über die Witterungsverhältnisse Würtembergs. 1867.

53. (1827—1832) Denkschr. d. schweiz. naturf. Gesellsch. 1837.

58, 89. Denzler, in Mittheil. der naturf. Gesellsch. in Zürich B. 2.

69, 71—73, 76, 77, 79, 81, 83, 85, 86, 90, 93—95. Jahresber. der naturf. Gesellsch. Graubündten's (Chur, 8).

Ausser den in der Tabelle angeführten Orten finden sich zwar noch mancherlei Beobachtungen aufgezeichnet; es erstrecken sich aber dieselben entweder über zu kurze Perioden oder sind zu unvollständig verzeichnet, um Aufnahme in obiger Tabelle finden zu können. Beispielsweise mögen angeführt sein:

	Gewitter jährlich:	Beobachtungsjahre:
Grindelwald	12	1866
Cresta-Avers	5	1856—1858

Nummer	Beobachtungs-orte	Geographische Lage: Breite	Geographische Lage: Länge O. von Greenwich	Geographische Lage: Höhe in Metern	Zahl der: Tage mit Gewittern per Jahr	Zahl der: Beobachtungs-jahre	Perioden	Extreme. Maximum: Zahl per Jahr	Extreme. Maximum: Jahr	Extreme. Minimum: Zahl per Jahr	Extreme. Minimum: Jahr
	Neuchâtel	° ′	° ′								
1	Chaux de Fonds	47 6	6 30	980	10,7	9	1856-61, 64-66	14	1864	4	1856
2	Chaumont	47 1	6 58	1152	20,4	5	1864—68	28	1868	14	1865
3	Neuchâtel	47 0	6 37	488	14,3	18	1734-35,853-68	24	1857	7	1735, 186[illegible]
4	Fontaines	47 3	6 53	.	15,3	4	1856—59	20	1858	11	1856
5	Préfargiers	47 1	7 0	.	19,0	3	1859—61	25	1860	15	1861
6	Ponts de Martel	47 0	6 50	1023	21,6	3	1866—68	35	1868	14	1866
	Bern (Jura)										
7	Porrentruy	47 25	7 4	430	20,0	3	1866—68	27	1868	13	1866
8	St-Imier	47 7	6 59	833	4,4	5	1864—68	7	1866	1	1865
	Solothurn										
9	Solothurn	47 13	7 35	426	13,8	5	1864—68	18	1864, 68	8	1866
10	Olten	47 21	7 54	393	13,4	5	1864—68	18	1866	12	1865,67,68
	Basel										
11	Basel	47 33	7 32	265	22,1	38	1826—63	35	1831	12	1843
	Aargau										
12	Aarau	47 23	8 3	385	21,2	5	1864—68	27	1868	17	1865
13	Lenzburg	47 24	8 10	390	19,7	6	1840—45	27	1840	14	1845
14	Bözberg	47 30	8 9	577	21,8	5	1864—68	29	1868	14	1864
15	Kaiserstuhl	47 35	8 35	362	21,0	2	1867—68	21	—	21	—
16	Königsfelden	47 29	8 13	366	8,3	3	1864—66	12	1864	5	1866
17	Zurzach	47 35	8 17	345	18,6	3	1864—66	20	1866	17	1864
18	Muri	47 16	8 0	483	16,2	5	1864—68	23	1864, 65	9	1868
	Genf										
19	Genf	46 12	6 10	408	25,8	22	1846—67	34	1866	16	1858
	Waadt										
20	St. Croix	46 49	6 29	1092	17,4	5	1864—68	30	1868	11	1867
21	Le Sentier	46 36	5 54	1025	14,3	3	1864—66	22	1866	6	1864
22	Dizy	46 38	6 30	586	17,3	3	1864—66	26	1866	10	1864
23	Morges	46 31	6 30	375	22,0	8	1850-54, 64-66	29	1852	16	1851
24	Lausanne	46 31	6 38	528	25,4	11	1855-57, 59-60, 63-68	41	1856	13	1864
25	Montreux	46 26	6 54	385	6,8	4	1864-66, 68	9	1866	5	1868
26	Rossinières	46 28	7 5		22,1	16	1835—50	39	1846	13	1843
27	Bex	46 15	7 1	437	13,4	5	1864—68	16	1865,66,68	8	1867
	Freiburg										
28	Fribourg	46 48	7 7	630	22,3	3	1865, 66, 68	34	1868	14	1865
29	Valsaintes	46 38		1032	8,0	3	1866—68	11	1868	4	1866
30	Vuadens	46 37	7 1	825	22,2	5	1864—68	32	1868	13	1867
	Bern										
31	Affoltern	47 6	7 35	795	20,8	5	1864—68	37	1868	10	1864
32	Bern	46 57	7 26	574	18,6	60	1780-89,97-826 1827-36, 48, 49 51, 52, 62-68	28	1852	11	1863
33	Engstlenalp	46 47	8 1	1840	0,7	3	1864, 65, 68	1	1865, 68	0	1864

Perioden	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December
	Vertheilung auf die zwölf Monate.											
856-61, 64-66	0	0	0,22	0,55	1,42	2,66	2,44	2,89	0,44	0,11	0	0
1864—68	0	0	0,4	1,0	4,4	3,2	5,2	3,2	2,6	0,4	0	0
734-35, 853-68	0,22	0	0,22	0,83	3,44	2,05	3,00	3,16	1,0	0,44	0	0
1856—59	0,25	0,0	0,50	0,75	2,00	4,25	2,00	4,00	0,75	0,75	0	0
1859—61	1,0	1,0	1,7	0,3	3,7	6,0	1,0	3,3	1,0	0	0	0
1866—68	0	0	0	2,0	4,7	2,7	5,0	3,7	3,3	0,3	0	0
1866—68	0	0	0	1,0	6,0	2,3	5,3	2,7	2,0	0,3	0	0,3
1864—68	0	0	0,4	0,6	0,8	0,6	1,4	0,4	0,2	0	0	0
1864—68	0	0	0,2	0,6	3,2	3,0	4,2	1,4	1,2	0	0	0
1864—68	0	0	0,4	0,8	3,2	2,0	3,8	2,2	0,6	0,4	0	0
1827—63	0,03	0,11	0,33	1,08	3,92	5,05	4,62	4,11	2,06	0,51	0,15	0,08
1864—68	0	0	0,2	1,6	5,0	4,6	5,2	3,4	1,0	0,2	0	0
1840—45	0,16	0,16	0,16	1,00	2,63	5,00	2,16	4,33	1,33	0,50	0,16	0
1864—68	0	0	0,4	1,2	4,4	4,2	5,8	3,2	2,0	0,6	0	0
1867—68	0	0	0,5	1,5	4,5	3,0	6,5	3,0	2,0	0	0	0
1864—66	0	0	0	0,7	1,7	1,3	3,0	1,0	0,3	0,3	0	0
1864—66	0	0	0	0,7	3,7	3,7	5,7	3,7	1,0	0,3	0	0
1864—68	0	0,2	0	1,4	4,0	2,8	4,0	2,8	0,6	0,4	0	0
1846—67	0,32	0,18	0,27	1,25	3,59	5,32	5,41	5,05	2,64	0,77	0,09	0,04
1864—68	0	0	0,2	1,2	4,0	3,0	4,0	2,4	2,0	0,6	0	0
1864—66	0	0	0,3	1,0	3,0	3,7	4,3	1,0	0,7	0,3	0	0
1864—66	0	0	0,3	2,0	3,3	3,0	3,7	2,3	1,7	1,0	0	0
850-54, 64-66	0,13	0,13	0,13	1,00	3,37	4,00	6,37	4,50	1,37	0,75	0,25	0
855-57, 59-60, 63-68	0,18	0,09	0,00	1,55	4,00	5,00	5,27	5,27	3,00	1,18	0,18	0,00
1864-66, 68	0,75	0,25	0,5	0,25	1,0	0,25	1,5	0,75	0,75	0,25	0,5	0
1835—50	0,0	0,1	0,25	0,75	3,3	5,4	4,4	1,75	1,75	0,4	0,0	0,05
1864—68	0	0	0	0,4	1,2	3,0	4,2	3,2	1,4	0	0	0
1865, 66, 68	0	0	0	0,7	6,7	3,3	5,7	3,3	2,0	0,7	0	0
1866—68	0	0	0,3	1,3	1,3	1,3	0,7	2,0	0,7	0,3	0	0
1864—68	0,2	0,2	1,2	2,2	4,8	5,0	3,6	2,4	2,0	0,6	0	0
1864—68	0	0	0	0,8	4,8	4,4	5,0	4,2	1,2	0,4	0	0
780-89, 97-826, 827-36, 48, 49, 51, 52, 62-68	0	0,02	0,10	1,07	3,87	3,98	4,22	3,48	1,52	0,22	0,07	0
1864, 65, 68	0	0	0	0	0	0	0,33	0,33	0	0	0	0

Nummer	Beobachtungs-orte	Geographische Lage			Zahl der		Perioden	Extreme.			
								Maximum		Minimum	
		Breite	Länge O. von Greenwich	Höhe in Metern	Tage mit Gewittern per Jahr	Beobachtungs-jahre		Zahl per Jahr	Jahr	Zahl per Jahr	Jahr
		° ′	° ′								
34	Beatenberg	46 41	7 50	1150	24,6	5	1864—68	28	1868	19	1867
35	Brienz	46 46	8 4	586	15,6	5	1864—68	23	1868	6	1865
36	Interlaken	46 41	7 51	572	4,6	5	1864—68	9	1864	1	1867
37	Grimsel	46 34	8 20	1874	0,4	5	1864—68	1	1865, 68	0	1864,66,6
	Luzern										
38	Rathhausen	47 5	8 19	440	22.5	4	1864—67	26	1865	16	1866
	Unterwalden										
39	Stanz	46 57	8 22	455	16,4	14	1827—40	36	1831	6	1838
	"				20,3	3	1864—66	25	1865	16	1866
40	Engelberg	46 49	8 24	1024	16,0	5	1864—68	21	1865	12	1866
	Zug										
41	Zug	47 10	8 31	417	11,0	3	1864—66	12	1864, 65	9	1866
	Schwyz										
42	Einsiedeln	47 8	8 50	910	11,0	30	1818-42, 64-68	20	1865	2	1825
43	Rigi (Kulm)	47 3	8 29	1784	9,0	5	1864—68	14	1864	4	1866
44	Schwyz	47 1	8 39	547	19,4	5	1864—68	21	1866	18	1867
	Zürich										
45	Zürich	47 23	8 33	480	19,1	60	1683-1718, 1837-53, 62-68	42	1862	6	1711
	"				19,3	90	? ?	.	. .	.	. .
46	Winterthur	47 30	8 45	441	17,8	5	1864—68	24	1868	12	1864, 66
	Thurgau										
47	Frauenfeld	47 34	8 53	422	15,4	5	1864—68	20	1868	12	1864, 66
48	Romanshorn	47 33	9 23	400	28,5	4	1861—64	35	1863	23	1861
	Schaffhausen										
49	Lohn	47 45	8 40	645	16,8	5	1864—68	19	1868	11	1865
50	Schaffhausen	47 32	8 38	398	13,6	5	1864—68	27	1868	5	1865
	Glarus										
51	Glarus	47 3	9 8	473	20,3	3	1864—66	24	1864	16	1865
52	Auen	46 54	8 59	821	13,6	5	1864—68	18	1864	10	1866
	St. Gallen										
53	St. Gallen	47 26	9 23	679	19,1	10	1827—32, 64, 66—68	26	1831	9	1829
54	Altstätten	47 23	9 32	478	16,0	5	1864—68	18	1864,66,68	10	1865
55	Wildhaus	47 12	9 21	1104	2,3	3	1864—68	4	1866	0	1865
56	Sargans	47 3	9 26	501	5,2	5	1864—68	12	1868	2	1864
	Appenzell										
57	Trogen	47 25	9 28	905	17,2	5	1864—68	21	1868	12	1866
58	Hundwyl	47 22	9 20	790	14,8	31	1821—51	.	, .	.	. .
	Wallis										
59	Sion	46 14	7 21	536	13,6	5	1864—68	18	1868	8	1867
60	Martigny	46 6	7 4	498	15,8	5	1864—68	21	1864	9	1867
61	Zermatt	46 8	7 45	1613	6,5	2	1864—65	10	1865	3	1864
62	St. Bernhard	45 52	7 6	2478	6,6	5	1864—68	8	1864, 66	5	1867, 68

Perioden	Vertheilung auf die zwölf Monate.											
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December
1864—68	0	0,2	0,4	0,4	2,8	4,8	7,6	5,0	2,4	0,8	0,2	0
1864—68	0	0	0	0,2	1,8	3,6	5,8	2,8	1,4	0	0	0
1864—68	0	0	0	0	0,6	0,4	2,0	0,8	0,6	0,2	0	0
1864—68	0	0	0	0,2	0	0	0	0,2	0	0	0	0
1864—67	0	0	0,5	1,0	4,50	3,75	6,75	3,75	1,75	0,25	0,25	0
1827—40	0	0	0,14	0,71	1,9	4,4	5,9	2,7	0,4	0,2	0,1	0
1864—66	0	0	0,3	0,7	3,3	4,0	7,3	4,0	0,3	0,3	0	0
1863—68	0	0	0,2	0	2,0	3,2	6,2	3,4	0,4	0,6	0	0
1864—66	0	0	0	0,7	2,7	1,7	3,3	1,0	1,3	0,3	0	0
18-42, 64-68	0	0,03	0,03	0,20	1,73	2,06	3,33	2,83	0,57	0,23	0	0
1864—68	0	0	0	0,2	1,4	2,0	2,8	2,2	0,2	0,2	0	0
1864—68	0,02	0	0	0,6	2,6	4,4	5,6	4,4	0,8	0.6	0	0,2
683—1718, 37-53, 62-68	0,01	0,06	0,25	1,27	3,22	3,81	4,62	4,12	1,37	0,28	0,08	0,05
-? (90 Jahr)	0,04	0,09	0,20	1,48	2,79	4,52	4,02	4,45	1,31	0,27	0,11	0,04
1864—68	0	0	0,2	1,0	3,6	3,0	5,1	4,2	0,4	0,2	0	0
1864—68	0	0	0	0,8	3,8	3,4	4,2	2,6	0,4	0,2	0	0
1861—61	0	0	0,5	2,9	6,2	6,3	8,5	3,2	1,0	0	0	0
1864—68	0	0	0,4	1,0	3,4	3,0	3,4	1,8	1,4	0,4	0	0
1864—68	0	0	0,6	0,6	2,2	2,2	4,0	2,8	0,8	0,4	0	0
1864—66	0	0	0	0,7	2,7	3,7	7,0	4,7	0,7	0,7	0,3	0
1864—68	0	0	0	0	1,8	2,8	5,4	2,4	1,2	0	0	0
864, 66—68	0	0,10	0,1	1,2	2,9	4,3	4,7	4,6	1,1	0,1	0	0
1864—68	0	0,2	0,6	0,4	3,0	3,4	4,8	2,2	1,0	0,2	0	0,2
1864—66	0	0	0	0	0	0,33	1,66	0,33	0	0	0	0
1864—68	0	0	0	0,2	1,0	0,6	2,2	0,6	0,6	0	0	0
1864—68	0	0	0,2	0,8	4,8	3,6	3,8	2,6	1,2	0,2	0	0
1821—51	0,03	0,0	0,3	1,0	2,5	3,3	3,9	3,1	0,6	0,07	0	0
1864—68	0	0	0	0,4	1,0	3,2	4,4	4,0	0,6	0	0	0
1864—68	0.04	0	0,2	0,8	1,2	3,4	4,6	3,4	0,8	0,6	0	0,4
1864—65	0	0	0	0	0,5	2,5	1,0	2,0	0,0	0,5	0	0
1864—68	0	0	0	0	0,4	1,2	3,0	1,6	0,4	0	0	0

Nummer	Beobachtungsorte	Geographische Lage			Zahl der		Perioden	Extreme.			
								Maximum		Minimum	
		Breite	Länge O. von Greenwich	Höhe in Metern	Tage mit Gewittern per Jahr	Beobachtungsjahre		Zahl per Jahr	Jahr	Zahl per Jahr	Jahr
		° ′	° ′								
63	Grächen	46 12	7 50	1632	10,0	5	1864—68	14	1864	8	1867
64	Simplon	46 15	8 2	2008	8,0	5	1864—68	10	1865	6	1868
65	Gliss	46 17	8 1	688	4 3	3	1864—66	8	1866	1	1864
66	Reckigen	46 28	8 20	1339	5,0	5	1864—68	6	1864,65,68	3	1867
	Uri										
67	Altdorf	46 53	8 38	454	16,8	5	1864—68	21	1864	13	1867
68	Andermatt	46 38	8 36	1448	3,8	5	1864—68	8	1865	0 (?)	1868
	Graubündten										
69	Platta	46 39	8 51	1379	9,4	10	1859—68	21	1859	4	1861
70	Ilanz	46 47	9 10	699	9,3	3	1864—66	14	1864	6	1866
71	Valendas	46 46	9 20	823	9,5	4	1859—62	11	1861	8	1862
72	Kästris	46 45	9 12	726	4,0	2	1859—60	4	—	4	—
73	Pitasch	46 44	9 13	955	3,3	6	1857—62	5	1862	2	1860
74	Thusis	46 41	9 26	706	4,0	5	1864—68	10	1868	2	1865, 66
75	Reichenau	46 49	9 25	597	1,0	5	1864—68	3	1868	0	1864,66,67
76	Chur	46 51	9 31	603	10,9	11	1811, 16, 60-68	20	1868	4	1867
77	Churwalden	46 47	9 32	1213	3,4	5	1864—68	5	1858	0	1865
78	Marschlins	46 57	9 35	545	17,3	7	1858, 60, 64-68	23	1865, 68	8	1867
79	Klosters	46 52	9 53	1207	7,9	12	1857—68	13	1868	4	1858
80	Bernhardin	46 30	9 10	2070	10,2	5	1864—68	13	1864	8	1865
81	Hinterrhein	46 32	9 9	1260	8,0	2	1859, 60	8	—	8	—
82	Splügen	47 33	9 19	1471	13,8	5	1864—68	19	1868	11	1865, 66
83	Zillis	46 38	9 26	933	5,6	3	1856—58	7	1857	5	1856, 58
84	Davos	46 48	9 50	1580	6,5	2	1867—68	9	1868	4	1867
85	Stalla	46 28	9 39	1780	8,7	10	1857—66	14	1862	5	1857
86	Sils-Maria	46 26	9 45	1810	6,0	11	1857-59, 61-68	13	1857	3	1861,64,66
87	Julier	46 28	9 43	2204	0,6	5	1864—68	3	1868	0	1864—68
88	Bernina	46 27	9 58	1873	1,4	5	1864—68	3	1864	0	1867
89	Bevers	46 33	9 53	1715	5,6	10	1827-31, 64-68	9	1864, 67	5	1865
90	Scanfs	46 37	9 59	1650	6,5	8	1357-58, 60-61, 1863—66	9	1865	2	1860
91	Zernetz	46 42	10 6	1476	3,0	5	1864—68	5	1864	1	1868
92	Remüs	46 50	10 23	1245	8,2	4	1864—67	12	1864, 65	7	1867
93	Castasegna	46 20	9 31	700	12,5	10	1858-62, 64-68	17	1864	7	1865
94	Brusio	46 28	10 8	1780	11,0	5	1859, 64, 66-68	16	1868	8	1859
95	Savognino	46 86	9 34	1237	1,3	3	1857—59	3	1857	0	1859
	Tessin										
96	St. Gotthard	46 33	8 33	2093	2,8	5	1864—68	7	1864	0	1868
97	Faido	46 29	8 48	721	6,7	3	1864—66	9	1865	3	1866
98	Bellinzona	46 12	9 5	229	12,8	5	1864—68	17	1868	4	1864
99	Lugano	46 0	8 57	275	24,2	5	1864—68	31	1866	19	1867
100	Mendrisio	45 52	8 59	355	11,3	3	1964—66	14	1864	9	1865

Perioden	Vertheilung auf die zwölf Monate											
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December
1864—68	0	0	0	0,4	0,6	1,8	3,8	2,4	0,8	0,2	0	0
1864—68	0	0	0	0	1,2	2,0	2,8	1,4	0,6	0	0	0
1864—66	0	0	0	0	0,7	0,7	0,7	1,3	0,7	0,3	0	0
1864—68	0	0	0	0	0,4	0,8	2,0	1,2	0,4	0,2	0	0
1864—68	0	0	0	0,4	2,8	3,6	5,8	3,8	0,2	0,2	0	0
1864—68	0	0	0	0	0	0,4	1,8	1,2	0,2	0,2	0	0
1859—68	0	0	0	0,2	0,6	2,2	3,3	3,1	0,8	0,3	0	0
1864—66	0	0	0	0,7	0,7	1,0	5,0	1,7	0	0,3	0	0
1859—62	0	0	0	0	0,3	1,7	3,5	2,8	1,0	0	0	0
1859—60	0	0	0	0	0	0,5	2,0	1,0	0,5	0	0	0
1857—62	0	0	0	0	0,5	0,8	1,5	0,5	0	0	0	0
1864—68	0	0	0	0	1,4	0,2	1,8	0,2	0,2	0,2	0	0
1864—68	0	0	0	0	0,8	0	0	0,2	0	0	0	0
11, 16, 60 68	0	0	0	0,2	1,7	1,8	3,7	2,4	1,1	0	0	0
1864—68	0	0	0	0,2	0,2	0	2,0	1,0	0	0	0	0
58, 60, 64-68	0	0	0	0,4	1,9	4,0	5,9	3,0	1,9	0	0	0
1857—68	0	0	0	0	0,7	1,4	3,1	2,5	0,4	0	0	0
1864—68	0,2	0	0,2	0,4	1,2	1,6	3,2	2,0	0,6	0,8	0	0
1859—60	0	0	0	1,0	0,5	2,0	2,5	1,0	0,5	0,5	0	0
1864—68	0	0	0	0,2	1,0	2,8	5,0	2,6	2,0	0,4	0	0
1856—58	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .	. .
1867—68	0	0	0	0	2,0	1,5	1,5	0,5	1,0	0	0	0
1857—66	0	0	0	0,1	0,3	1,5	3,5	2,5	0,7	0,1	0	0
57-59, 61-68	0	0	0	0	0,6	1,0	2,6	1,4	0,4	0,1	0	0
1864—68	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0
1864—68	0	0	0	0	0	0	1,0	0,4	0	0	0	0
27-31, 64-68	0	0	0	0	0,4	0,9	2,1	1,2	1,0	0	0	0
57-58, 60-61, 1863—66	0	0	0	0	0,5	1,0	2,5	1,9	0,5	0,1	0	0
1864—68	0	0	0	0	0,2	0,4	1,4	0,8	0,2	0	0	0
1864—67	0	0	0	0,25	0,25	1,0	3,5	2,25	1,0	0	0	0
58-62, 64-68	0	0	0,1	0,1	1,2	2,8	4,1	2,6	1,5	0,3	0	0
9, 64, 66-68	0	0	0	0,2	0,6	2,0	4,8	2,2	1,0	0,2	0	0
1857—59	0	0	0	0	0	0,3	1,0	0	0	0	0	0
1864—68	0	0	0	1,0	0,4	0,2	0,6	0,4	0,2	0	0	0
1864—66	0	0	0	0	1,3	1,3	2,0	1,0	0,3	0,7	0	0
1864—68	0,2	0	0,2	0,4	1,2	3,2	2,8	2,6	1,6	0,6	0	0
1864—68	0,2	0	0,6	0,4	4,6	6,4	4,0	5,8	1,8	0,4	0	0
1864—66	0	0	0,7	1,0	0,7	3,3	2.0	1,0	0,7	2,0	0	0

	Gewitter jährlich:	Beobachtungs-jahre:
St. Moritz	7,5	1856—1865
Flerden	12	1856
Waltensberg	5	1860
Rongella	6	1856—1857
Laax	8	1846
Kreuzlingen	21	1864
Pfungen	7	1770—1781

und endlich durch Grösse oder Schaden ausgezeichneten Gewitter zu

Neuenburg	6	1702—1746

Die tabellarische Zusammenstellung und noch mehr der Eintrag der Beobachtungszahlen in die Karte der Schweiz zeigen, dass die benutzten Beobachtungen, trotz der häufig unzureichenden Zahl von Beobachtungsjahren, eine einheitliche Uebersicht über die Vertheilung der Gewitter in der Schweiz bereits gewähren und lassen vermuthen, dass fortgesetzte Beobachtungen und Sammlung derselben im Ganzen keine bedeutende Aenderung mehr hervorbringen werden. Zugleich bestätigt die Vertheilung der Gewitter die klimatischen Unterschiede der drei oben genannten Regionen, nach welchen die Kantone mit ihren Stationen geordnet wurden.

Den nördlichen Stationen Basel und Porrentruy mit 22 und 21 Gewittertagen jährlich, folgen die Stationen des Jurazuges mit geringern Durchschnittszahlen:

Le Sentier	14	Neuchâtel	14
Dizy	17	Préfargiers	19
St. Croix	17	Chaumont	20
Ponts de Martel	22	Fontaines	15

Chaux-de-Fonds	11	Bözberg	22
Solothurn	14	Zurzach	19
Olten	21	Kaiserstuhl	21
Lenzburg	20	Schaffhausen	14
Aarau	21	Lohn	17

Südlich dieses Zuges liegen die Stationen mit den meisten Gewittertagen jährlich:

Genf	25	Beatenberg	25
Morges	22	Rathhausen	23
Lausanne	25	Zürich	19
Fribourg	22	Schwyz	19
Rossinières	22	Glarus	20
Vuadens	22	Romanshorn	28
Bern	19		

worauf mit dem Hochgebirgszuge die Region des grossen Wechsels in der Häufigkeit beginnt, und erst jenseits der Alpen, im Tessin, kehrt die grosse Häufigkeit der Gewitter (Lugano 24) wieder. In der Region des Hochgebirges zeigen sich die Zahlen der Häufigkeit der Gewitter im Auslaufe der Thäler nach den Höhen hin rasch abnehmend, ohne dass die Gewitter, wenigstens für die Beobachtungsstationen, selbst in bedeutenden Höhen ganz fehlen, wie folgende Zusammenstellungen darthun.

	Höhe in Meter	Gewitter jährlich		Höhe in Meter	Gewitter jährlich
Rhonethal:			Rhonethal:		
Bex	437	13	Grächen	1632	10
Martigny	498	16	Simplon	2008	8
Sion	536	14	St. Bernhard	2478	7
Gliss	688	4	Reussthal:		
Reckigen	1339	5	Altorf	454	16
Grimsel	1874	0,4	Andermatt	1448	4
Zermatt	1613	7	St. Gotthard	2098	3

	Höhe in Meter	Gewitter jährlich		Höhe in Meter	Gewitter jährlich
			Engadin:		
Rheinthal:			Bevers	1715	6
Marschlins	545	17	St. Maria	1810	6
Chur	603	11	Bernina	1817	1,4
Vallendas	823	10	Julier	2204	0,6
Platta	1379	9	Tessin:		
Engadin:			Bellinzona	229	13
Remüs	1245	8	Faido	275	7
Scanfs	1650	7	St. Gotthard	2093	3

Eine eigene Gruppe bilden die Kantone Appenzell und St. Gallen mit mittlern Zahlen der Häufigkeit. In dem bergigen Graubündten herrscht im grossen Ganzen eine auffallende Uebereinstimmung in der Häufigkeit der Gewitter, abhängig von der verhältnissmässig geringen Menge der Niederschläge und den durchschnittlich niedern Temperaturverhältnissen.

Während im Allgemeinen die Häufigkeit der Gewitter abhängig ist von der Menge und Häufigkeit der Niederschläge, finden wir in der Schweiz durchgängig das Gegentheil von dieser Regel, was in den localen Verhältnissen begründet ist, vermöge deren die Niederschläge in einzelnen Regionen des Hochgebirges sehr bedeutend sind, während umgekehrt mit Zunahme der Höhe die Temperaturen sehr bedeutend abnehmen. Folgende Zusammenstellung zeigt einigermassen das Verhalten der Niederschläge und Gewitter zu einander:

Stationen:	Höhe in Meter	Niederschlag in Centimeter	Gewitter jährlich
Basel	265	92	22
Aarau	385	78	21
Bözberg	577	91	22

Stationen:	Höhe in Meter	Niederschlag in Centimeter	Gewitter jährlich
Affoltern	795	137	21
Rathhausen	440	98	14
Schwyz	547	172	19
Auen	821	174	14
Grimsel	1874	246	0,4
Martigny	498	79	16
Sion	536	85	14
St. Bernhard	2478	125	7

Insofern örtliche Verhältnisse nicht bedeutende Abweichungen bedingen, stimmen, wie dies nicht anders zu erwarten, die jährlichen Durchschnittszahlen der Gewitter der Schweiz überein mit den Mittelzahlen der benachbarten Länder. An die etwas niedere Durchschnittszahl von 17 Gewittertagen per Jahr in Frankreich reihet sich die Häufigkeit im Jura an, während die Region des flachern Theiles der Schweiz sich anlehnt an die Mittelzahl von etwa 22 Gewittertagen per Jahr in Baden, Würtemberg und Baiern und die Häufigkeit der Gewitter in Italien (38 im Mittel, für Mailand 25) schon ihre Einwirkung geltend zu machen scheint bei den für die bedeutenden Höhen relativ grossen Durchschnittszahlen des St. Bernhard, von Zermatt u. s. w. und noch mehr in Lugano, wo die Mittelzahl schon auf 24 steigt. Die auffallend grosse Zahl von Romanshorn stimmt mit den Beobachtungen jenseits des Bodensee's, woselbst z. B. für Isny nach 14jähriger Beobachtung sich die Mittelzahl von 34 Gewittertagen per Jahr ergibt.

Wie bezüglich der Häufigkeit per Jahr, so schliesst sich ebenfalls die Vertheilung der Gewitter über das ganze Jahr den Beobachtungen der umgebenden Län-

der an. In der ganzen Schweiz herrschen, wie in Mittel-Europa, die Sommer-Gewitter weitaus vor; im nördlichen Theile der Schweiz sind jedoch die Wintergewitter, wenn auch selten, doch noch öfter vorkommend, wie namentlich lange Beobachtungsreihen darthun und die Erfahrung häufig zeigt. Durchschnittlich ist der Juli der gewitterreichste Monat, ohne dass jedoch eine stetige Zunahme vom Frühjahre her stattfindet. Die Tabelle zeigt schon für viele Orte im Juni geringere Mittelzahlen als im Mai, welche Anomalie wohl in grössern Beobachtungsreihen mehr dahin fallen dürfte; ein kleines Maximum zu Anfang Juni, mit nachheriger Abnahme hat jedoch schon Denzler aus den vieljährigen Beobachtungsreihen von Zürich und Hundwil nachgewiesen. Er findet (in Mittheil. d. naturf. Gesellsch. Zürich B. II.)

Zeit.	Für Zürich aus 70 Jahren. Gewitter:	Für Hundwil aus 31 Jahren. Gewitter:
Mai 21.—31.	102	30
Juni 1.—10.	114	41
» 11.—20.	155	33
» 21.—30.	138	35
Juli 1.—10.	102	35
» 11.—20.	121	40
» 21.—30.	122	34
» 31.—9. Aug.	136	43
Aug. 9.—19.	155	30
» 20.—29.	112	24

Im Hochgebirgland treten die Wintergewitter ganz zurück; namentlich sind Gewitter in den vier ersten Monaten des Jahres entweder selten oder kommen nicht vor, wogegen wir in Graubündten die Uebergänge zu den Vertheilungen bemerken, wie sie

südlich den Alpen vorkommen, woselbst die Wintergewitter wieder häufiger werden. Diese Verspätungen zeigen uns namentlich die Monatszahlen des obern Engadins; dann aber noch mehr die entsprechenden Zahlen von Castasegna und Brusio, so wie die der Tessiner Stationen.

Tieferes Eingehen in die Zergliederung der in der Tabelle niedergelegten Werthe ist hier nicht beabsichtigt, da die niedergelegten Beobachtungszahlen grösstentheils nur so beschaffen sind, dass sie ein ungefähres Bild über die Häufigkeit der Gewitter zu geben vermögen, indem bei den meisten Stationen nicht zu ermitteln ist, wie viel Gewitter ganz nahe, wie viele weit entfernt waren, wie viele nur blitzten oder donnerten u. s. w. Um einigermassen sicher zu gehen, wurden alle Gewitter mit den Notizen: am Horizont, sehr fern u. dgl., so wie Blitze und Wetterleuchten ausgestossen, dagegen der Ausdruck Donner aufgenommen, um einerseits die Zahlen nicht zu sehr zu kürzen, andrerseits unter der Annahme, dass in der Regel donnernde Gewitter näher sind, als nur blitzende, indem der Blitz auf sehr grosse Entfernung noch sichtbar wird. Ferner findet man einige Stationen aufgeführt, wie z. B. St-Imier, Interlaken, Königsfelden, bei welchen die Zahlen zu klein scheinen. Da die Quellen, mindestens im Allgemeinen, zuverlässig sind, so wurden solche Stationen nicht unterdrückt, da die Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen werden darf, dass local wenig Gewitter auftreten können, wie umgekehrt einzelne Orte besonders häufig von Gewittern und Hagel heimgesucht werden. Für Interlaken stellt sich überdies

gegenüber dem naheliegenden Beatenberg auch bezüglich der Niederschläge eine sehr grosse Differenz heraus; während in Interlaken (nach Fretz) 119 Centimeter Wasser fallen, beträgt diese Menge in Beatenberg deren 153.

Die praktischen Resultate, welche einer vollkommenen Zusammenstellung über Gewitter abzugewinnen wären, können hier nicht berührt werden, indem die Notizen über Einschläge, Tödtungen u. s. w. theils zu unbestimmt notirt, theils zu unvollständig in den genannten Quellen citirt sind, um ein auch nur einigermassen anschauliches Bild zu bekommen. somit noch weit weniger genügen, um die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens solcher Unglücksfälle bestimmen zu können.

Möge dieser Versuch zu einem Fundamente einer Gewitterstatistik der Schweiz dazu beitragen, dass in nicht zu ferner Zukunft das geeignete Material sich vereinigt findet, um den wissenschaftlichen und praktischen Anforderungen, welche daran zu stellen sind, zu genügen.

Notizen.

Baryt aus dem Tavetsch in Graubündten. — Bisher waren mir nur ziemlich grosse und dicke, an der Oberfläche rauhe Krystalle des Baryt vom Caveradi bei Chiamut im Tavetsch bekannt, wie ich sie (die Minerale der Schweiz, Seite 330) beschrieb. Neuerdings erhielt ich ein Exemplar

aus dem Tavetsch, woran kleine frische Krystalle bemerkbar sind. Dasselbe zeigt auf einer Kluftfläche feinschuppigen, grünlichgrauen Glimmerschiefers aufgewachsene Bergkrystalle, welche zum Theil durch eingeschlossenen schuppigen Chlorit dunkelgrün gefärbt sind und nebenbei ist die Kluftfläche mit kleinen dicht gedrängten grauen Calcitkrystallen überzogen, welche bei abgerundeten Kanten nur stumpfrhomboedrische Gestalten erkennen lassen. Dagegen finden sich auf den Bergkrystallen als spätere Bildung kleine nette weisse halbdurchsichtige Calcitkrystalle, die Combination $R3 \cdot \frac{1}{2} R'$ darstellend. An einer Stelle ist eine Gruppe von Sideritkrystallen R aufgewachsen, welche von Aussen zur Hälfte etwa in Brauneisenocher umgewandelt sind, innerlich noch Glanz und Spaltungsflächen zeigen, jedoch dunkelbraun gefärbt sind. Hier und da sieht man einzeln aufgewachsene bräunlichrothe durchsichtige Rutilnadeln und solche auch an den Rändern einiger kleinen Hämatitlamellen, aus denselben in der Richtung der Nebenachsen weit herausragend. Ferner sind einige gelblichgraue halbdurchsichtige Anataskrystalle $\frac{1}{2} P . oP$ vorhanden, deren Pyramidenflächen horizontal gestreift sind, sowie kleine durch die Längsflächen tafelartige, farblose durchscheinende Albitzwillinge. Die Barytkrystalle sind rhombische Tafeln verschiedener Grösse bis ein Centimeter in der längeren Diagonale und bis zu 2 Millimeter Dicke. Sie bilden die Combination $\infty P \breve{\infty} . P \bar{\infty} . oP . P\infty . \infty P \breve{2} . P$, sind im Innern farblos und halbdurchsichtig, nach Aussen weiss und schwach kantendurchscheinend, daher die durchscheinenden Tafeln weiss umrahmt. Die Oberfläche ist glänzend und lässt keine Erosion erkennen, wie sie die zuerst erwähnten grossen Krystalle zeigen, auch sind sie vereinzelt, da und dort aufgewachsen, nicht gruppirt. [A. Kenngott.]

Pyrrhotin. — Dieser wirkt bekanntlich mehr oder weniger auf den Magnet und meist nur schwach, doch führte auch C. C. v. Leonhard in seinem Handbuche der Oryktognosie, Seite 666, an, dass er mitunter selbst polarisch magnetisch ist. Dies hatte ich bis jetzt nicht Gelegenheit zu beobachten und mag nach den sonstigen Angaben über den Magnetismus des Pyrrhotin (Magnetkies) auch selten zu beobachten sein, wesshalb ich mittheile, dass ich an einem Exemplare krystallinisch-körnigen nickelhaltigen Pyrrhotins, von der Grube Friedrich August bei Horbach, Amt St. Blasien im Schwarzwald, welches der Besitzer der Grube, Herr Moldenhauer, der mineralogischen Sammlung des eidgenössischen Polytechnikums schenkte, nicht allein sehr starken, sondern auch polarischen Magnetismus fand. Bei 6 Zoll Entfernung ist schon die Einwirkung auf eine gewöhnliche Magnetnadel sichtbar. In dem krystallinisch-grobkörnigen Aggregate des Pyrrhotin bemerkt man noch Lamellen und kleine Anhäufungen von schwärzlich-grünem Magnesiaglimmer und wenig sehr feinkörnigen Chalkopyrit eingesprengt. [A. Kenngott.]

Ueber β Dibrombenzol und die Einwirkung von Natrium auf α Dibrombenzol. — Herr Professor Wislicenus berichtete in der Sitzung vom 12. April 1869 über die Resultate einer von Herrn Ferdinand Riese im Universitätlaboratorium ausgeführten Untersuchung über die Einwirkung von Natrium auf Dibrombenzol, bei welcher die Bildung von Chrysen oder einem isomeren Körper nach der Gleichung

$$3\,C_6H_4Br_2 + 6\,Na = C_{18}H_{12} + 6\,NaBr$$

erwartet wurde. Bei der Darstellung grosser Quantitäten von Dibrombenzol durch Erhitzen von Benzol mit Brom wurde zuerst neben dem bisher bekannten krystallinischen, bei 89° schmelzenden und bei 219° siedenden Dibrombenzol

ein bisher unbekanntes Isomeres desselben, das Beta-Dibrombenzol in geringerer Quantität beobachtet und für dieses der Schmelzpunkt zu -1°, der Siedepunkt zu 213° gefunden. Durch Behandeln mit einem Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure gelingt es leicht, daraus das Nitro-Betadibrombenzol (58° Schmelzpunkt, 296° Siedepunkt; Nitro-Alphadibrombenzol dagegen schmilzt bei 84°) darzustellen. — Kommt Natrium mit einer Lösung von Alphadibrombenzol in wasserfreiem Aether zusammen, so tritt schwache Einwirkung ein, welche aber selbst beim Erwärmen nicht alles Brom an Natrium übergehen lässt. Aus der schmierigen festen Reactionsmasse konnte kein Kohlenwasserstoff von der erwarteten Formel $C_{18}H_{12}$ abgeschieden werden, dagegen wurde Diphenyl (69° Schmelzpunkt, 243° Siedepunkt) und ein neuer farbloser, krystallisirbarer Kohlenwasserstoff $C_{18}H_{14}$ (Schmelzpunkt 205°, Siedepunkt bei etwa 400°) daraus erhalten. Letzterer ist das Diphenylbenzol $C_6H_4(C_6H_5)_2$ und entsteht in grösserer Menge bei Einwirkung von Natrium auf ein Gemisch von Alphadibrombenzol und Monobrombenzol.

Schneesturm in Grächen vom 28. Februar bis 3. März 1869. — Am letzten Tag Hornung (28.) ist Grächen, das seit 2 Monaten beinahe sich einer schönen und für diese Zeit viel zu milden Witterung erfreute, unerwartet von einem Schneesturm überfallen worden, wie man seit Jahren eines solchen anhaltenden Unwetters sich nicht mehr erinnert. Am 28. Morgens war der Boden etwas mit frischem Schnee bedeckt und es gab in letzter Nacht und heute oft starke Windstösse, der Barometer tief gefallen (v. 630 – 21 ^{mm}). Um 4 Uhr nach Mittag stiegen finstere Wetterwolken immer tiefer herab und bald darauf füllte sich die Luft mit dichten Schneeflocken. In der Luft und längs den Wäldern hin hörte man ein Tosen, wie das Rauschen wilder grosser Bergströme.

Aus dem Wald schwärmten mit langsamem Fluge die Raben herab und erhoben ein grausiges Krächzen, die gewöhnlichen Wetterpropheten. Das unheimliche Tosen wurde immer stärker »d's Wetter ist nit richtigs, es git bald a starchi Guxa«, so sagten die Leute zu einander. Da erhob sich plötzlich etwa um 5 Uhr Abends ein mächtiger Föhn, der in dichten Schaaren die Schneewolken thalauswärts jagte, aber bald wurden selbe mit der gleichen Gewalt von dem ebenbürtigen Gegner, dem Nordwind, zurückgeworfen. Dieses Hin und Her, wo beide Winde an Stärke sich gleich zu sein schienen, dauerte einige Minuten. Aber der Föhn wurde immer mächtiger und der Widerstand des Nords schwächer, bis er gänzlich aus dem Felde geschlagen wurde. Der Krieg veränderte sich jetzt in ein Friedensfest; denn mehrere Minuten lang feierten jetzt die Windesbraut aus Süden mit dem Nord ein rasendes Freudenfest. Mit einer wilden Schnelligkeit tanzten und wirbelten die Schneeflocken um die Häuser, und in so dichten Reihen, dass es fast finster wurde. Als wenn das wilde Heer los wäre, so rauschte und polterte es um die Hauswände; durch die Thür- und Fensterritzen sauste und jammerte der Sturmwind hinein, als wenn ein Regiment Katzen draussen ihr Sängerfest hielten. Fenster wurden eingeworfen, Balken und Dachplatten hinausgeschleudert, kaum vermochte man geöffnete Thüren zu schliessen. An mehreren Orten sind Kaminbrände entstanden, und in einem Hause hat man kaum dem Feuer Meister werden können, so dass eine alte Mutter mit gefährlichen Brandwunden an Gesicht und Händen verletzt wurde. Das Gefährlichste bei einem solchen Sturmwetter war, dass die meisten Brunnen unter aufgehäuftem Schnee vergraben waren, so dass bei einem stärkern Hausbrand die Leute fast aller Rettungsmittel beraubt gewesen wären. Solche Stürme gab es vom 23. Februar bis 3. März Morgens pausenweise, Tag und Nacht. Wenn man so in der rabenschwarzen Nacht, wo das Haus von den gewaltigen Wind-

stössen erbebte, die Fenster und Wände von dem Schneegestöber gepeitscht wurden, den Katzenjammer von den eindringenden Winden immer hörte, wenn man so in die wilde Gewitternacht hinausschaute, ob man nicht hie und da eine Feuerröthe erblicke, und dann an seine Ohnmacht dachte, wie wenig der Mensch bei einem so gewaltigen Kampfe der Elemente auszurichten vermöchte, dann wird man leicht begreifen, dass auch einem grauen Einsiedler unheimlich geworden und kein Schlaf seine Augenlider zudrücken wollte. — Aber in der Nähe war Einer, der hatte keine Furcht. Furchtlos und majestätisch strekte er sein Haupt hoch in die schreckliche Gewitternacht empor. Ungebeugt, wie ein mächtiger Fels, hält er das Anprallen und Peitschen der wilden Stürme aus — es ist der feste Kirchthurm — ein Bild eines in den heftigsten Lebensstürmen nach oben schauenden, fest auf Gott vertrauenden Menschen. — Am letzten Tage des Schneesturms war der Barometer bis 607^{mm} herabgefallen. [M. Tscheinen.]

Ueber die Gesetzmässigkeit der Planetenrotationen. — Die Planeten des Sonnensystems lassen sich in drei Gruppen eintheilen. Die innere Gruppe umfasst mässig grosse, dichte in etwa 24 Stunden rotirende, die äussere, von jener durch die Asteroiden getrennte Gruppe, soweit bis jetzt bekannt, grosse, weniger dichte, schnell rotirende Planeten.

Bezeichnen wir mit M, T und R die Massen, Rotationszeiten und Radien der Planeten, mit m, t und r die entsprechenden Elemente der Erde, bilden folgende einfache, der Keppler'schen ähnliche Formel:

$$\frac{M}{m} \cdot \frac{t^2}{T^2} = \frac{R^3}{r^3} \qquad (I.)$$

und führen die Werthe ein, welche Laugier unter der Annahme der Sonnenparallaxe von 8.86 Secunden gibt, so

erhalten wir folgende Tafel, welcher in der letzten Spalte Werthe angefügt sind, auf welche unten zurückzukommen ist.

Namen der Planeten.	Massen.	Rotationszeit						Durchmesser		
		beobachtet			berechnet nach Formel I.			beob-achtet.	berechn. nach Formel I.	berechn. nach Form. II.
		Std.	Min.	Sec.	Std.	Min.	Sec.			
Merkur	0,081	24	5	30	—	—	—	0,378	0,431	0,357
Venus	0,859	23	21	22	—	—	—	0,954	0,966	0,877
Erde	1,000	23	56	4,1	—	—	—	1,000	1,000	1,000
Mars	0,119	24	37	23	—	—	—	0.540	0.483	0,542
Jupiter	337,2	9	55	26,5	—	—	—	11.160	12.51	10,51
Saturn	100,8	10	16	44	—	—	—	9.527	8,18	8,15
Uranus	17,2	unbekannt.			11	20	—	4,221	—	5,40
Neptun	20,2	unbekannt.			11	21	—	4,407	—	6,38

Die berechneten Werthe weichen allerdings von den Laugier'schen Werthen mitunter beträchtlich ab. Vergleicht man aber die Abweichungen der Angaben über die Massen und Durchmesser der Planeten, wie sie von verschiedenen Astronomen gefunden und angegeben wurden und berücksichtigt man gemäss den neuern Anschauungen die Beeinflussung der Rotationszeiten der Planeten durch Meeresfluthen, Ablagerungen von Meteoriten u. s. w., so ist vorläufig die Annäherung der berechneten Werthe, durch Aenderung der Formel oder Einführung anderer Elementenbestimmungen, was durchgängig mittelst Aenderungen innerhalb der heutzutage gangbaren Werthe erreichbar wäre, überflüssig. Es genügt zu zeigen, dass mittelst einfacher mathematischer Formeln sich Werthe des Weltalls darstellen und ausgegebenen Elementen fehlende in grosser Annäherung berechnen lassen, wenn selbst die Abhängigkeit der Elemente von einander und deren Combination so verwor-

ren scheint, wie bei den in Rede stehenden der Planeten; es genügt zu zeigen, dass auch hier einfache Gesetze zu walten scheinen oder einstens gewaltet haben.

Die für Uranus und Neptun berechneten Rotationszeiten stimmen ganz ordentlich zu den Beobachtungen über die Abplattungen. Sonne und Erdmond entsprechen nicht dem durch die Formel dargestellten Gesetze.

Eigenthümlich ist die Entstehung der Werthe der letzten Spalte, welche sich in ähnlicher Weise, wie die nach Formel I gerechneten Werthe der Wirklichkeit anschliessen.

Bezeichnet man mit M, T und R die Massen, Umlaufszeiten und Radien der Planeten, mit m, t und r die entsprechenden Elemente der Erde, stellt dieselben zu folgender Formel zusammen

$$\frac{M}{m} \cdot \frac{T^{-\frac{1}{2}}}{t^{-\frac{1}{2}}} = \frac{R^3}{r^3} \qquad \text{(II.)}$$

so erhält man die genannten Werthe, welche durch Erhöhung der Exponenten von T und t auf $\frac{3}{5}$ sich der Beobachtung noch mehr nähern würden (für Jupiter 11,4, für Saturn 9,2), mit Ausnahme der Durchmesser von Uranus und Neptun, welche mit den jetzt als wahrscheinlich angenommenen Massen auf 6 und resp. 7,5 anwachsen würden.

Erscheinen die Beziehungen der Formeln zu einander, wegen der Abhängigkeit der Massen, Radien und Rotationszeiten von den Umlaufszeiten, eigenthümlich, so mag es immerhin interessant sein, dass eine Formel $\frac{M}{m} \cdot \frac{T^{-\frac{1}{2}}}{t^{-\frac{1}{2}}} \cdot \frac{u^{-\frac{1}{3}}}{U^{-\frac{1}{3}}} = \frac{R^3}{r^3}$ (wenn $\frac{u}{U}$ das Verhältniss der Rotationszeiten bezeichnet), sich den Elementen der am besten bekannten Planeten noch besser anschmiegt. Man erhält die Werthe von R bei Merkur = 0,31; Venus = 0,88; Mars = 0,54; Jupiter = 11,5; Saturn = 8,9.

[H. Fritz.]

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

A. Sitzung vom 24. Mai 1869.

1. Herr Prof. Bolley dankt der Gesellschaft für das ihm durch die Wahl zum Präsidenten bewiesene Zutrauen, beifügend, er werde zwar anderer Geschäfte halber von Zeit zu Zeit die Sitzungen nicht besuchen können.

2. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Lotos, XVIII.
Jahrbuch d. geolog. Reichsanstalt. 1869. 1.
Verhandlungen d. geolog. Reichsanstalt. 1869, 1—5.
Proceedings of the geograph. society. XIII, 2.
Jahresbericht d. physikal. Vereins zu Frankfurt a. M. 1869.
Monatsbericht d. Akademie zu Berlin. 1869, 2.
Mittheilungen der k. k. Mährisch-Schlesischen Gesellschaft in Brünn. 1869.
Bulletin de la société J. de Moscou. 1868. 2.
Proceedings of the Royal society. XVI. 101—108.
Catalogue of scientific papers. Vol. 2.
Bulletin de la société Vaudoise. 61.
Verhandlungen d. österreich. Gewerbevereins. 1869. Nr. 15—20.

Von Redaktionen.

Der Naturforscher. 1869. 4, 5.
Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 1869. 19—21.

Angekauft.

Palaeontographica. XVIII. 7, 8.
Hegelmaier, die Lemnaceen. 4. Leipzig 1868.
Brehm, illustrirtes Thierleben. I. II. IV—VI. 8. Leipzig 1864 bis 1869.
Jahresbericht über die Fortschritte d. Chemie. 1867. 2.
Winckler, les tortues fossiles dans le Musée Teyler. 8. Harlem 1869.

Transactions of the entomological society. 1868. 5.
Archiv für mikroscopische Anatomie von Schultze. Band I. 8. Bonn. 1865.
Meteorologische Beobachtungen. 1869. 9.
Palaeontographica. XVI. 7.
Eichwald, Lethaea Rossica. Liv. XII.

3. Verlesung des Einladungsschreibens der naturforschenden Gesellschaft in Basel zur Theilnahme an der projectirten 50-jährigen Jubiläumsfeier zu Ehren von Herrn Rathsherr P. Merian. Die Zürcher naturf. Gesellschaft beschliesst a) eine Abordnung, bestehend aus 3 Mitgliedern der Zürcher Gesellschaft zu ernennen. b) Herrn P. Merian bei dieser Gelegenheit zum Ehrenmitglied zu ernennen und das Diplom ausnahmsweise durch einen Kalligraphen ausführen zu lassen. Zu Abgeordneten werden gewählt die Herren Prof. Bolley, Mousson und Heer.

4. Vortrag von Herrn Tuchschmid über Saccharimetrie, begleitet von Vorweisungen. Vergl. Pag. 129—161.

B. Sitzung vom 28. Juni 1869.

Der Herr Präsident zeigt an, dass zur Feier der 500sten Sitzung der naturf. Gesellschaft in Aarau die Herren Prof. Bolley und Zeuner abgeordnet wurden, um die Zürcher Gesellschaft zu vertreten und dass dieses Geschäft, weil in der Zwischenzeit keine Sitzung stattfand, circularirter abgemacht werden musste; 2. dass die Gesellschaft bei der Jubiläumsfeier des Herrn Rathsherr Merian in Basel durch die in der letzten Sitzung gewählte Abordnung vertreten wurde.

2. Herr Prof. Dr. Piccard in Basel erklärt seinen Austritt aus der Gesellschaft.

3. Der Actuar verliest 2 Dankschreiben von den Herrn Prof. Clausius in Bonn und Fick in Würzburg für Ernennung zu Ehrenmitgliedern.

4. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke.

Von Hrn. Prof. Zeuner:

Zeuner. Théorie mécanique de la chaleur. Trad. de l'allemand. 8. Paris 1869.

Von Hrn. Prof. Kölliker in Würzburg:

Zeitschrift für wissensch. Zoologie.

Von Hrn. Rathsherr P. Merian:

Merian. Ueber die Grenze zwischen Jura und Kreideformation. 8 Basel 1863.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift erhalten.

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek. XX. 1.
Verhandlungen des Vereins der preussischen Rheinlande. Jahrg. XXV.
Journal of the chemical society. 73, 74, 75.
Zeitschrift d. deutschen geolog. Gesellschaft. XXI. 1.
Stettiner entomol. Zeitung. XXX. 4—6.
Verhandlungen d. naturw. Vereins in Carlsruhe. 3.
Verhandlungen d. naturw. Gesellschaft in Basel. V. 2.
Verhandlungen und Mittheilungen des niederösterreich. Gewerbevereins. 21—23.
Sitzungsberichte d. Akademie in Wien Abth. I. Bd. 57. 4, 5. Abth. II. Bd. 57. 4, 5.

Von Redaktionen.

Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 15. 17. 22—26.
Gäa. 4.
Naturforscher. 5.

Angekauft.

Brehm. Thierleben. Bd. 3.
Verdet. Oeuvres. T. III.
Denkschriften d. Schweiz. Gesellschaft. Bd. 23.
Walpers. Annales botanices. VII. 3.
Novitates conchologicae. I. 34. II. 14.
Palaeontographica. XVII. 2.

5. Vortrag von Herrn Dr. Mayer über die Nummulitengebilde Italiens. Der Vortrag wird im nächsten Hefte in extenso erschienen.

6. Herr Prof. Kundt zeigte eine Electrisirmaschine veränderter Konstruktion vor, die von ihm angegeben und in Poggendorf's Annalen, Bd. 135, ausführlicher beschrieben ist, und erläuterte den Vorgang der Electricitätserregung mittelst derselben. Ausgehend von einer Vergleichung der Influenzmaschine von Holtz und der gewöhnlichen Reibungsmaschine, machte er auf einige Umstände aufmerksam, die die Leistungsfähigkeit der Reibungsmaschinen wesentlich beeinträchtigen müssen. Der wesentlichste dieser Umstände, nämlich die Umladung eines electrisirten Isolators, wenn derselbe sich unter oder vor einer Reihe abgeleiteter Spitzen hinbewegt, ist bekanntlich zuerst von Holtz beobachtet. Die vom Vortragenden angegebene Construktion hat nun den Zweck jene störende Umladung und einige andere Uebelstände der gewöhnlichen Reibungsmaschinen zu beseitigen. Zu dem Ende befindet sich an der Maschine nur ein Reibkissen auf einer Seite der rotirenden Glasscheibe. Auf der andern Seite der Scheibe stehen derselben 2 Spitzenkämme gegenüber, ganz ähnlich denjenigen, die Holtz bei seinen Maschinen anwendet, von denen der eine gerade dem Kissen gegenüber angebracht ist, der andere um 180° davon entfernt. Die Spitzenkämme sind ganz wie bei den Holtz'schen Maschinen in Verbindung mit zwei verschiebbaren Conductoren. Das reibende Kissen ist isolirt durch einen Glasständer. Sobald nun die Scheibe in Rotation versetzt wird, wobei sie constant an dem mit Amalgam versehenen Kissen gerieben wird, circulirt zwischen den Conductoren ein ziemlich bedeutender Strom von Electricität, und zwar der Art, dass der Conductor, der dem Reibkissen gegenüber steht, negative Electricität, der andere positive liefert.

Eine ähnliche Maschine ist bereits von Hr. Bertsch in den Compt. Rend. 1866, Bd. 63 angegeben, indem Hr. Bertsch statt ein constant reibendes Kissen anzuwenden, der rotirenden Scheibe eine durch Reiben electrisch gemachte Kautschukplatte gegenüber stellt. So lange diese Platte elektrisch bleibt, bleibt die Maschine in Wirksamkeit, hat die Kautschukplatte ihre Elektricität verloren, so muss sie durch Reiben neu erregt werden. Die Benutzung eines constanten Reibkissens hat den Vorzug, dass die Maschine ganz continuirlich wirkt. Uebrigens ist auch der Gang der Elektricität in der Maschine bei Anwendung eines Reibkissens ein etwas anderer und für den Effekt günstiger, als wenn man nur einfach die Influenz einer geriebenen Kautschukplatte benutzt.

7. Derselbe spricht über eine noch nicht beobachtete elektrische Staubfigur. — Cf. Pogg. Ann., Februarheft 1869. Wenn Elektricität von einem Leiter auf einen Nichtleiter überströmt, so breitet sie sich auf demselben aus, und zwar ist die Ausbreitung verschieden, je nachdem man positive oder negative Elektricität anwendet. Diese verschiedene Ausbreitung der beiden Elektricitäten erkennt man am einfachsten durch die bekannten Lichtenbergischen Staubfiguren. Lässt man Elektricität auf einen Leiter statt auf einen Isolator ausströmen, so erhält man bekanntlich keine Lichtenbergischen Figuren, da die Elektricität sich sofort über den ganzen Leiter ausbreitet. Bestreut man indess eine Metallplatte mit Lycopodium oder einem andern schlecht leitenden Pulver und lässt nun die Entladung einer Leidenerflasche zwischen dieser bestäubten Platte und einer feinen Spitze übergehen, und zwar so, dass die Platte mit der positiven Belegung in Verbindung ist, so erhält man, wenn man das Lycopodium leicht von der Platte wegzublasen versucht, eine rückbleibende Staubfigur. Dieselbe ist eine scharf begränzte runde Kreisfläche, deren Durchmesser um so grösser ist, je grösser der Abstand zwischen Platte und Spitze

war. Von der Stärke der Ladung hängt die Grösse der Kreisfläche in viel geringerem Masse ab.

Eine Erklärung der Erscheinung zu geben wurde nicht versucht, dieselbe beweist nur, dass die Elektricitätsentladung zwischen Platte und Spitze immer in einem scharf begränzten Kegel vor sich geht. — Der Vortragende erzeugte einige solche Staubfiguren mit Hülfe der oben beschriebnen Elektrisirmaschine.

C. Sitzung vom 26. Juli 1869.

1. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke.

Von Hrn. Prof. Dr. Wolf:

Procès-verbal de la huitième séance de la commission géodésique de la Suisse.

Von Hrn. Prof Dr. Kölliker in Würzburg:

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIX. 2.

Als Tausch gegen die Vierteljahrsschrift:

Abhandlungen der k. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Folg. VI. Bd. 2.
Sitzungsberichte der k. böhm. Gesellschaft der Wissensch. in Prag. 1868.
Publikationen der astronom. Gesellschaft. Nr. IX. 4. Leipzig.
Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft. IV. 2.
Arbeiten des Naturforschervereins zu Riga. Neue F. 2.
Correspondenzblatt d. Naturforscher-Vereins zu Riga. XVI.
Atti della società Italiana di scienze naturali. XI. 2, 3, 4.
Jahresbericht der naturforsch. Gesellschaft Graubündtens. N. F. XIV.
Bericht 13 der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 8. Giessen. 1869.
Annalen der k. k. Sternwarte in Wien. III. Folge. Bd. 15.

Festschrift, herausg. von d. aargauischen naturforschenden Gesellschaft.
Bericht 8 der naturforschenden Gesellschaft zu Bamberg.
Sveriges geologiska undersökning. Bl. 26—30.
Sitzungsberichte der naturf. Gesellschaft Isis. 1868. 1—3. 1869. 1—3.
Sitzungsberichte d. bayer. Akademie. 1869. I. 1. 2.

Von Redactionen:

Schweiz. Zeitschrift für Pharmacie. 1869. 27—30.
Gäa. V. 5.
Der Naturforscher. II. 6.

Anschaffungen.

Rohrbach. Monogr. d. Gattung Silene.
Jahrbuch des schweiz. Alpenclubs. Jahrg. V.
Archiv f. mikroscopische Anatomie. IV. 3, 4.
Phillips. Vesuvius.
Roscoe. Spectrum analysis.
Oeuvres de Verdet. Tome V.
Nouvelles archives du Muséum d'hist. nat. de Paris. T. V. 1.
Schweizerische meteorologische Beobachtungen. 1868. Sept. October.
Barrande. Réapparition du genre Arethusina.
Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 74. 1, 2, 3. 75. 1.

2. Der Herr Präsident verliest ein Dankschreiben des Herrn P. Merian in Basel für Uebersendung des Ehren-Diploms etc.

3. Eine Einladung zur diesjährigen Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Innsbruck wird in Circulation gesetzt, ebenso eine Berichtigung betreffend die diesjährige Astronomenversammlung in Wien.

4. Zu Abgeordneten an die Versammlung der schweiz. Naturforscher in Solothurn werden gewählt: die Herren Professoren Bolley und Heer.

5. Herr Prof. Kundt wiederholt mit bestem Erfolg den in der vorigen Sitzung besprochenen und wegen zu grosser Feuchtigkeit der Luft misslungenen Entladungsversuch zwischen einer Platte und einer Spitze.

6. Die Herren Prof. Bolley und Kundt sprechen über die chem. und mechan. Zusammensetzung, über die Wirkung und Gefährlichkeit des Dynamites. Vergl. das in Bd. 14 der schweiz. polyt. Zeitschrift abgedruckte Gutachten.

7. Herr Professor Hermann berichtet über Versuche zur Aufklärung der Wirkung des kalten Trunks, welche stud. med. Ganz in seinem Laboratorium ausgeführt hat; die Versuche geschahen an Hunden und Katzen, deren Blutdruck mittelst des Quecksilber-Kymographion graphisch dargestellt wurde. Es ergab sich, dass Einspritzungen von eiskaltem Wasser in den Magen eine plötzliche, schnell vorübergehende Erhöhung des arteriellen Blutdrucks bewirken; dieselbe ist bei sonst unversehrten Thieren weniger bedeutend als bei durch Curare bewegungslos gemachten, bei welchen der Blutdruck plötzlich fast auf das Doppelte steigen kann; Warmwassereinspritzungen sind ohne Wirkung. Bei unvergifteten Thieren scheint die Erhöhung des Blutdrucks durch tiefe Inspirationen (welche auch bei Einwirkung der Kälte auf die äussere Haut erfolgen) compensirt zu werden. — Die Blutdruckerhöhung geschieht höchst wahrscheinlich durch die Einwirkung der Kälte (durch die dünne Magenwand hindurch) auf die zahlreichen kleinen Arterien der dem Magen anliegenden Unterleibsorgane. — Der Vortragende führt schliesslich aus, unter welchen Umständen die Blutdruckerhöhung durch kalten Trunk gefährlich werden könne.

Derselbe berichtet ferner über elektromotorische Versuche, welche er in Rücksicht auf gewisse Fragen der thierischen Elektricität angestellt hat. Taucht man zwei Röhren oder Röhrenbündel, deren eines mit geronnenem, das andere mit flüssigem Eiweiss gefüllt ist (oben hat das letztere einen

Pfropf von coagulirtem Eiweiss, der das Ausfliessen der Flüssigkeit verhindert), mit ihren untern Enden in ein Gefäss mit verdünnter Salzlösung, leitet man ferner von den oberen Enden der beiden Röhren oder Röhrenbündel zu einem empfindlichen stromprüfenden Instrumente ab, compensirt den etwa vorhandenen schwachen Strom, und vertauscht nun die verdünnte Salzlösung mit Alkohol, der durch etwas Kochsalz leitend gemacht ist, so entsteht sofort ohne Ausnahme ein schwacher Strom, der in dem mit flüssigem Eiweiss gefüllten Rohr aufsteigend gerichtet ist. Dieser Strom hält genau so lange an, als das in diesem Rohre unten entstehende Gerinnsel nach oben in Zunahme begriffen ist. Die elektromotorische Kraft beträgt 0,001—0,006 Daniell, und wächst in regelmässiger Weise mit der Stärke des angewandten Alkohols. Derselbe Strom tritt ein, wenn man statt der Eiweissröhren zwei mit Eiweiss getränkte Papierbäusche oder zwei eiweisshaltige Gewebsstücke, z. B. zwei starre Muskeln anwendet, in deren einem vorher das Eiweiss durch Erhitzen coagulirt ist; derselbe Strom erfolgt endlich auch, wenn man statt des mit coagulirtem Eiweiss gefüllten Leiters einen Leiter (Glasrohr, Papierbausch) mit indifferenter Flüssigkeit (verdünnte Salzlösung) anwendet. Der Vortragende ist mit weiterer Untersuchung dieser Art von Strömen beschäftigt.

Anknüpfend an den ersten Gegenstand bemerkt Herr Prof. Heer, er halte den kalten Trunk ebenfalls für gefährlich und habe immer davor gewarnt; auf seinen botanischen Excursionen mit den Studirenden sei ihm aber aufgefallen, dass nicht immer ein Nachtheil daraus erwachse, unerklärlich sei ihm auch, dass ein Zusatz von Kirschwasser die Gefahr aufhebe; auch kalte Milch schade oft nicht. Herr Secundarlehrer Wettstein fügt bei, er habe kürzlich im erhitzten Zustand versuchsweise mehrmals kaltes Wasser getrunken, sei jedesmal unwohl, durch nachherigen Genuss einiger Tropfen Kirschwasser mit Zucker aber alsbald wie-

der hergestellt worden. Herr Prof. Hermann antwortet: der kalte Trunk habe stets eine Erhöhung des Blutdruckes, nicht immer aber eine Zerreissung von Blutgefässen zur Folge, diese trete natürlich am leichtesten da ein, wo schwache Stellen vorhanden sind. Ueber die Wirkungsweise von Zusätzen könne er im Augenblick nichts sagen. Herr Dr. Schoch hat die tiefe Inspiration beim Trinken kalten Wassers auch beobachtet und glaubt die Wirkung von Spirituosen lasse sich vielleicht als eine Wirkung auf die Herzthätigkeit erklären. Herr Prof. Hermann ersucht um Mittheilung sicherer Thatsachen, damit sich der Gegenstand weiter verfolgen lasse. Der Herr Präsident verdankt den Vortrag im Namen der Gesellschaft. [C. Cramer.]

Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte. (Fortsetzung.)

179) Repsold, Hamburg 1809 XII 12. Der Dr. Schumacher ist wieder hier und wird den Winter über bleiben; er macht unterdessen auf meiner Sternwarte Beobachtungen. Ich habe ihm zu mehrerer Bequemlichkeit das kleine Häuschen dorten eingeräumt. — Auch habe ich einen Besuch von Gauss gehabt, der mir sehr angenehm gewesen ist, wie Sie leicht denken können; nur dauert mich die Veranlassung der Reise, denn seine Frau starb vor etwa 1½ Monat im Wochenbette. Er ist über diesen Verlust untröstlich; um den Schmerz einigermassen zu lindern, machte er die Reise nach Bremen und hier in Gesellschaft von Schumacher. Wahrscheinlich wird Gauss um Ostern auf einige Wochen wieder hieher kommen.

Horner, Zürich 1809 XII 30. Obgleich ich die Frau des Prof. Gauss nur einen flüchtigen Augenblick gesehen habe, so ist mir ihr Bild doch so gegenwärtig geblieben, dass die Nachricht ihres Todes mich sehr bewegt hat. Es war eine Frau, wie ich sie hier schon lange vergebens suche, die Liebenswürdigkeit, Schönheit und eine seltene Stärke

des Geistes auf den ersten Blick ankündigte. Ich kann mir den Schmerz des Mannes denken; wo soll er solche Vorzüge wieder finden? Benzenberg's Verlust, den er mir voriges Frühjahr meldete, ist mir bei weitem nicht so fühlbar gewesen; aber ich habe seine Verlorne auch nicht gesehen, und traue überhaupt einem solchen auswendigen Menschen nicht die Tiefe der Empfindung zu, die Gauss haben muss. — So zerbrechlich und elend, als ich hier ankam, so stark und fest bin ich jetzt: aber so kommen einem Gottes Gaben zur Unzeit; hier hätte ich die beste Gelegenheit Jahr und Tag krank zu sein, und die Gesundheit ist mir bloss zum bequemern Athemholen gut. Da die Schönheiten der Natur ein Hauptreitz des hiesigen Lebens sind, so ist mir meine Existenz, besonders des Winters, sehr freudenlos und langweilig. Wie glücklich wäre ich, diesen Winter mit Ihnen und Schumacher in Hamburg zuzubringen! Grüssen Sie diesen vortrefflichen liebenswürdigen Mann recht sehr von mir; ich habe erst gestern in der Monatl. Corresp. ein interessantes Lebenszeichen von ihm gesehen, das jeden Liebhaber der Wissenschaft erfreuen wird. Kommen Sie doch auf den nächsten Sommer mit ihm hieher; Sie könnten dann auch Gauss mitnehmen, welchem die schönen Gegenden und die stärkende Bergluft seinen Kummer eher vergessen machen würden, als die alten Umgebungen in dem trostlosen Göttingen.

Horner, Zürich 1810 III 12. Ihre Untersuchungen über die Brechungen und Zerstreuungskräfte der Glassorten haben einen hiesigen Liebhaber dieser Gegenstände, den Fortificationsdirector Feer sehr interessirt, und er schickt Ihnen dafür Bestimmungen, die er früher in Meiningen, wo er als Bauinspektor lebte, gemacht hatte. Er wünscht nebst mir gar sehr, dass Dr. Gauss die Mühe nehmen möge, die Differenz zwischen Theorie und Praxis bei den Fernröhren auszumitteln. — Ich habe letzthin auf ihrer Theilmaschine einen Quadranten, der zu einem Passageninstrumente gehörte, eingetheilt, wobey alles zur Zufriedenheit ausgefallen ist;

dabey sind einige Abänderungen an dem Apparate angebracht worden. der die Linien zieht, welche Sie gewiss nicht missbilligen werden. Schade, dass hier nur von Minuten die Rede war, so dass also diese Theilung noch nicht geeignet ist die Vorzüge der Maschine vor Augen zu legen. Können Sie uns keine Spiegel für Sextanten verschaffen, sowie auch Dämpfgläser? — Es fehlte hier nicht an Arbeit oder an Mitteln sie auszuführen, aber wohl an Arbeitern. Der hiesige Mechanikus Oeri, ein junger und fleissiger Mann, hat alle Lust und Sorgfalt, die für einen Künstler nothwendig ist; er arbeitet ungleich fleissiger als sein ehemaliger Lehrmeister Lenoir in Paris. Aber er ist allein mit einem Lehrburschen, so dass er wenig fertigen kann. Sollten Sie mit der Zeit Lust haben Ihren Albert ein wenig in die Fremde zu schicken, so wäre das ein Platz, wo er in technischer und moralischer Hinsicht wenigstens nicht verdorben würde. — Ich habe mich gut über den Winter gebracht; doch ist das verdammte Zipperlein noch nicht ganz aus den Knochen, so wenig als der Scorbut mich ganz verlassen hat.

Repsold, Hamburg 1810 III 26. Sie haben die längst verheissene Professorstelle angenommen, und mir nichts davon angezeigt, entweder waren Sie überzeugt, dass ich es ohnedem erfahren würde, oder Sie sind mit Aufsuchen einer Braut beschäftiget und willens mir beides auf einmal bekannt zu machen. Im voraus viel Glück zu diesem Unternehmen, wodurch die Reise nach dem Südmeere verhindert wird. — An Bessel habe ich meine Uhr auf dem Wall verkauft für die Königsberger-Sternwarte. Sie werden wissen dass Bessel daselbst zum Professor ernannt ist.

Horner, Zürich 1810 VII 10. Ich bin zwar Professor; aber nicht an derjenigen Stelle, welche man mir vorgezeigt hatte, sondern an einer andern mühsamern und schlechter besoldeten, indem der Inhaber der erstern sich wider Vermuthen von schwerer Krankheit sehr gut erholt hat. Da mir meine Lage eben der mir aufgedrungenen Stelle wegen

nicht gefiel, so dachte ich wieder an das Südamerikanische Projekt und wollte mit den Russischen Seeleuten anbinden; eine Folge dieser Unterhandlungen war der Ruf nach Petersburg, von welchem Sie wohl in den Zeitungen etwas gesehen haben. Ich habe ihn aber ausgeschlagen, weil dort seit dem Anfang dieses Jahres ein neues Oeconomiesystem aufgestellt worden ist, das natürlich allen Expedizionen zum Voraus die Möglichkeit abschneidet. Nun hoffte ich endlich über die Möglichkeit jener astronom. Expedizion auf's Reine zu seyn, so dass ich mir sagen könnte: »Jetzt ist für diese Angelegenheit alles gethan und wenigstens dein Gewissen beruhigt«; allein bald darauf kommt wieder ein Brief aus Petersburg, worin man mir meldet, dass Graf Razumofsky Lust hätte die Sache auf eigene Kosten ausführen zu lassen, und Plane etc. verlangt. Die habe ich nun geschickt, und mir kurtzen und bestimmten Bescheid erbeten. Dieser soll hoffentlich auf Ende August anlangen. Das verdammte Projekt kömmt mich schon theuer zu stehen, und doch wird es an Astronomen nicht fehlen, welche mir es übel anrechnen würden von einer solchen Sache abzustehen. Lesen Sie nur die steife Parentation, welche Lindenau im Januarheft der Monatl. Corresp. auf Piazzi gemacht hat. Kömmt die Sache unter guten Bedingungen zu stande, so werde ich wol dran müssen, obgleich das Anziehende der Heymath mir bereits eine Entfernung sehr erschweren wird. Am Ende risquire ich noch über dem Teufelszeug mich zwischen zwey Stühle zu setzen. Bereits haben hier ein paar speculante Hausväter mir die besten Parthieen für ihre dummen Söhne weggekapert. An Allem ist der verwünschte Krieg schuld. Sonst hätte niemand leicht eine schönere Laufbahn haben können wie ich.

Repsold, Hamburg 1810 XI 21. Es ist hart einen lange gefassten Lieblingsplan aufgeben zu müssen und ihn auf immer vernichtet zu sehen, aber in unserm jetzigen Zustande gehet es selten nach Wunsch, ich rathe daher vergessen Sie die Reise nach dem Südmeere und entschädigen

Sie sich womöglich auf eine andere Art; ein vergnügtes häusliches Leben, wo man seine Zeit nützlich anwenden kann, ist nach meiner Meinung selbst dem unstäten Reisen in spätern Jahren vorzuziehen: Nehmen Sie also eine Frau und verfahren dabey etwas rascher wie früher geschehen, damit Ihnen die Braut nicht immer weggekapert werde.

Repsold, Hamburg 1811 II 19. Schumacher lässt grüssen, er glaubt Sie werden mit der Uebersetzung des Puissant's zufrieden sein, obgleich er Benzenberg nicht benutzen wird. Benzenberg ist, wol um den Verlust seiner Professor-Stelle leichter zu vergessen, auf Reisen gewesen; ich wünsche nur dass er sich satt gereiset habe, und nicht auf den Einfall kommen möge die hiesige Gegend zu besuchen.

Horner, Zürich 1811 IX 21. Sie müssen wohl, mein theurer Freund! den Brief vom Ende des vorigen März, in welchem ich Ihnen meine Verlobung mit der Dorothea Zellweger anzeigte, nicht erhalten haben, sonst wäre ich wohl schwerlich so lange ohne irgend ein Lebenszeichen von Ihnen geblieben. Mit der Verlobung ist's nun aus, und ich wohne nun hier auf eignem Heerde, gleich andern vernünftigen Leuten, mit einer jungen und braven Frau. Ich komme soeben von einer Reise zurück, welche ich mit derselben nach München und Stuttgart gemacht habe, damit sie auch Theater und Lustgärten, und die Thorheiten der grossen Welt und den Wind der Residentzen ein bischen zu sehen bekäme. Ich will Ihnen nun von München und Reichenbach erzählen, weil dies Sie wohl am meisten interessiren wird. Der Mann selbst sieht nicht übel aus und ist (was ihm sehr zum Vortheil gereicht hat) eigentlich ein Maschinist im Grossen, und als solcher in England gereist. Er ist in München zugleich Director der kön. Salinen, und hat vor Kurzem daselbst eine bedeutende Wasserleitung ausgeführt. Für die astronomisch-mechanischen Unternehmungen ist er von einem gewissen Utzschneider, einem glücklichen und geschickten

Speculanten, der durch allerley Unternehmungen in wenig Jahren sich ein ansehnliches Vermögen erworben hat, mit hinreichendem Geld unterstützt worden. Ich sah einen seiner grossen gantzen Kreise, deren er vier, einen für die Pariser-, einen für die Mannheimer-, einen für die Münchener-Sternwarte, einen für Zach angefertigt hatte. Die Theilungen sind auf Silber, und an den Kreisen von 3½ Par. Fuss Durchmesser gibt der Vernier 2 Sec. an. — Ich sah noch ein Passageninstrument, dessen Axe 4' Par. und dessen Fernrohr 6' Länge und ein Objectiv von 5½" Durchmesser hat. Ich habe das Fernrohr, schlecht und wackelnd aufgestellt, auf den Saturn und Mars probiren sehen. Bei starken Vergrösserungen, die an der schnellen Bewegung des Gestirns zu erkennen waren, schien es mir nicht mehr allzu deutlich; auch auf den Mars nicht ganz farbenlos; dagegen konnte man, wenn alles ruhig war, am Saturnsring eine Einfurchung bemerken, welche man für den Doppelring erklärte, was es auch wohl gewesen sein mag. Diese Gläser werden in Benedictbeuern (6 Meilen von München) von einem Prof. Frauenhofer verfertigt, nach neuen Schleifmethoden (?), welche Reichenbach angegeben haben soll, mit denen sie aber sehr geheim thun. — Sie sehen, dass Sie hier allenfalls in der Optik einen nicht zu verachtenden Nebenbuhler haben. Uebrigens glaube ich, dass man besonders in Absicht der Preise mit diesen Herren gar wohl concurriren kann. Etwas Geheimthun und viel Selbstvertrauen ist mir an ihnen besonders aufgefallen. So ein Kreisinstrument kostet 3000 Gulden. — Seiffer, den Sie kennen, ist königl. Astronom, franz. kaiserl. Obrist und Director eines topographischen Bureau's; übrigens ist er so windig, so gemein, studentenmässig und unwissend wie immer. Aber die Wissenschaft sich überall einzubohren, scheint er ergriffen zu haben.

Horner, Zürich 1814 VII 20. Ich benutze die erste sichere Gelegenheit einer Briefbestellung an Sie, um Ihnen einen schwachen Beweis der bekümmernden Theilnahme zu

geben, mit welcher ich das beispiellose Unglück, das so lange auf dem lieben Hamburg gelastet hat, verfolgt und mit empfunden habe. Ich bitte Sie mir zu melden, ob und wie ich Ihnen irgend etwas dienen, helfen oder nützen kann? Ich bin nichts weniger als reich, aber ich habe mein hinreichendes Auskommen bey einfacher Lebensweise, und was ich besitze, gehört mir und meinen Freunden. Ich habe von Ihnen und einigen andern Freunden seiner Zeit so viel Liebes und Gutes empfangen, dass es meine erste Pflicht ist zu sehen, wo ich Ihnen wieder meine Freundschaft und Dankbarkeit beweisen kann. Kann ich Ihnen mit Geld oder auf andere Weise dienen, so bitte ich Sie sehr mein freundliches Anerbieten nicht zu verschmähen. -- Was mich betrifft, so habe ich mich, nebst meiner Frau und 2 Kindern, ziemlich wohl befunden.

Repsold, Hamburg 1814 VII 20. Eine grössere Freude hätten Sie mir nicht leicht machen können wie durch die wenigen Zeilen, die ich vor einigen Tagen von Ihnen empfing. Den verbindlichsten Dank für Ihr gütiges Anerbieten, wovon ich indessen jetzt keinen Gebrauch mache, weil ich mit einem blauen Auge davon gekommen bin, und trotz der Gelderpressungen noch einige Schillinge behalten habe. Meine Frau, die sich Ihnen bestens empfielt, nebst meinen 5 Kindern sind selbst zur bösesten Zeit gesund geblieben, wo mein Haus ringsum von Hospitälern und Kasernen umgeben war. — Schumacher ist Professor in Mannheim, die Sternwarte wird wahrscheinlich irgendwo anders hin verlegt werden. Die Reichenbach'schen Kreise zeichnen sich wegen der sehr vollkommnen Theilung und schönen Fernrohren ganz besonders aus. Ein 3 füssiger Kreis gibt am Nonius unmittelbar 2″, das 4 füssige Fernrohr dazu 170-malige Vergrösserung. Für Neapel ist ein Fernrohr von Reichenbach gemacht worden von 9 Fuss Länge und 7 Zoll Oeffnung, welches 600 mal vergrössert, und jetzt ist eins in Arbeit von 10 Fuss Länge mit 12 Zoll Oeffnung. — Schumacher

wird wahrscheinlich diesen Herbst nach München gehen, und mir alsdann von den Schönheiten noch mehr erzählen. Meine Sternwarte ist abgebrochen worden und die Instrumente logiren hinter dem Ofen; das Gebäude hat diesen Winter zur Erwärmung der Zimmer mir gedient.

Horner, Zürich 1811 IX 26. Dass Sie Ihre Sternwarte schon früher einziehen mussten, habe ich seiner Zeit vernommen; aber dass Sie noch froh sein mussten dieselbe verheitzen zu können, das ist bitter und empörend. Doch was frägt man nach Aufopferungen, wo man froh seyn muss das Leben zu fristen. Glücklich genug, dass Ihre Instrumente noch geborgen werden konnten. — Schumachers Anstellung in Mannheim ist für die Wissenschaft sehr wichtig. Mit so trefflichen Instrumenten wird er schöne Beobachtungen machen. — Für Astronomie kann ich gegenwärtig noch gar nichts thun. Es fehlt mir an Allem. Noch habe ich keine Pendeluhr, kein Teleskop, kein Messinstrument. Wir haben hier einen ziemlich geschickten Mechanicus, der aber immer in den kleinen Brod-Arbeiten sich halten muss. Wissen Sie mir gelegentlich zu einer Uhr, oder lieber noch zum nöthigen Räderwerk, und zu einem guten Objectiv für einen leidlichen Preis zu verhelfen, so könnte ich doch Etwas treiben.

Repsold, Hamburg 1815 I 16. Bei den Reichenbachschen Kreisen ist durchaus kein Theilungsfehler bemerkbar; die Niveau sind gleichfalls äusserst genau und nicht zugeblasen, sondern durch gläserne Stöpsel verschlossen: eine Linie Aenderung der Blase, beträgt etwa 0,6 Secunde.

Horner, Zürich 1815 II 28. Reichenbachs Theilscheibe habe ich gesehen; sie ist mit Strichen auf Silber getheilt. Die Linien werden nicht mit dem Ramsden'schen Wagen, sondern mit einem Schlitten, der auf einer Schiene gleitet, gezogen. 30000 fl. ist viel Geld für eine Theilmaschine; aber die Herren prahlen auch gerne und binden den Leuten manchen Bären auf. So hat Hr. v. Zach drucken lassen, was sie auch mir weiss machen wollten, dass die optischen Glä-

ser nicht auf die gewöhnliche Art in Schüsseln, sondern an Radien laufend wie auf einer Drehbank gemacht würden, was lauter concentrische Ringe gäbe. Die grössern Niveaux sind mit Convexgläsern und Schweinsblase vermacht, weil sie sehr weit sind; aber die andern, z. B. ½ oder ¾zölligen haben sie auch zugeblasen. — Wenn Sie Ihren Mittagskreis verkaufen, so würde ich doch an Ihrer Stelle nicht unterlassen, noch vorher mit demselben eine Theilmaschine einzutheilen. Die Theilung desselben ist doch auf etwa 3″ genau, wie das ja auch die astronom. Beobachtungen bestätigt haben, und das ist doch eine schöne Vorarbeit für eine Theilmaschine. — Ich möchte gerne mit dem Astronomisiren etwas mehr Ernst machen: aber da fehlt mir die Seele des Ganzen, eine gute Pendeluhr. Nun würden Sie mir einen grossen Gefallen thun, wenn Sie mir dazu auch nur den Hacken und Steigrad, oder auch statt dessen nur eine etwas genaue Zeichnung von den Dimensionen derselben, von der Gestalt und Grösse der Zähne und des Rades und besonders der Abschrägung der eingreifenden Stücke des Hackens mittheilen wollten. Unser hiesige Mechanicus ist ein fleissiger und sorgfältiger Arbeiter, mit dessen Hülfe ich die Sache dann wohl zu stand bringen könnte. Ich habe seiner Zeit zu wenig aufgepasst, und müsste mich nun wieder einstudiren, auch etwas unnütze Versuche machen, die ich lieber ersparen wollte. — Ich bin den gantzen Februar hindurch krank gewesen, und gehe erst seit ein paar Tagen wieder aus: Das Hauptübel steckt im Unterleibe.

Repsold, Hamburg 1815 VII 4. Lange habe ich die Antwort verschoben, weil ich immer hoffte so viel Zeit zu gewinnen Ihnen das verlangte Steigrad mit den zugehörigen Hacken schicken zu können; angefangen ist es zwar, nur die Leuchten-Arbeit hindert bis jetzt die Vollendung und vor dem Herbst werde ich schwerlich damit fertig werden, denn Ende dieses Monats reise ich wieder nach Neuwerk um die 2. Leuchte aufzusetzen. — Fanden Sie jetzt keine

Neigung nach Mannheim zu gehen? wahrscheinlich haben Sie es Ihrer Frau Gemahlin zu gefallen ausgeschlagen, denn Ihr früherer Wunsch war es, wenn ich mich recht erinnere. — Hier leben wir recht wieder auf und der Handel wird durch die erfochtenen Siege wahrscheinlich bald blühender werden. — Ich weiss nicht, ob ich Ihnen die Vermehrung meiner Familie schon gemeldet habe, sie bestehet jetzt aus 2 Knaben und 4 Mädchen, die Alle gesund und munter sind, sowie auch meine Frau die vielmals grüssen lässt. Von angestrengten Arbeiten habe ich mir einige Wochen etwas unpas befunden, jetzt gehet es wieder gut.

Horner, Zürich 1815 VII 7. Ich habe mich nicht enthalten können von der Frauenhofer-Reichenbachischen Offizin ein fertiges Fernrohr kommen zu lassen, weil man bey blossen Objectiven immer Gefahr läuft, entweder weniger brauchbare Gläser oder unprobirte Sachen zu bekommen, und der Künstler dann den Fehler leicht auf unrechte Fassung oder Zentrirung oder schlechte Oculare schieben kann. Es hat 30½″ Par. Brennweite, 28‴ duod. Oeffnung, mit einem messingenen Rohr und Stativ, 2 astron. und 1 terrestr. Ocular, und kostet mich in allem etwa 19 Carolin. Die Vergrösserung ist beträchtlich, das Bild scharf und hell: es zeigt die Jupitersstreifen sehr gut, und ich habe auch vor ein paar Tagen den kaum etwa 10° hohen Saturn beobachtet, und in dieser geringen Höhe einen Saturnstrabanten sehr gut gesehen, da ich im vorigen Jahre mit einem Fernrohr von 33″ Brennweite und 35‴ Oeffnung von Cauchoix in Paris nichts von diesem wahrnehmen konnte, obgleich der Saturn damals sehr hoch stand. Das Objektiv ist ganz streifenfrey; die Oculare enthalten 2 Gläser, von denen eins als Collectif zu dienen scheint. Für die Centrirung des Objectivs ist in dem Vorderstück des Tubus durch 3 kleine Stellschrauben und Gegenschrauben gesorgt. Ich habe es noch nicht auseinander genommen, so dass ich die Krümmungen der Flächen noch nicht kenne; die Vorderfläche des Krownglases ist 0,766, die Hintere des

Flintglases 0,988 (die Brennweite des zusammengesetzten Objektivs gleich 1 gesetzt), beide Flächen sind convex; es scheint, dass man auch hier die Flächen wenig hat krümmen wollen, um die Lichtstrahlen ohne starke Biegung ein- und ausgehen zu lassen. Man sieht hieraus, dass es verschiedene Formen von Gläsern giebt, welche den Forderungen der Optik Genüge thun; doch scheint das wesentliche der grossen Oeffnungen und der starken Vergrösserungsfähigkeit darin zu liegen, dass man die Abweichung wegen der Kugelgestalt auf der ersten und letzten Fläche ganz vermeide, und die stärksten Biegungen der Strahlen auf die inneren Flächen bringe. Ich lasse mir nun ein Kreismikrometer dazu machen, um mich vorläufig auf astronomische Beobachtungen einigermassen einzurichten. Von unserer benachbarten kleinen Sternwarte, die ein 4füssiges Passageninstrument hat, kann ich die Zeiten durch Signale erhalten. Meine Wohnung ist nicht übel gelegen: freilich habe ich noch kein eigenes Haus, so dass ich keine Einrichtungen machen kann.

Horner, Zürich 1815 VII 13. Ich habe Hoffnung aus einem im Entstehen begriffenen optischen Institute (in welchem Arbeiter von Frauenhofer sind) in Neuchatel Flintglas zu erhalten; dass die Münchener solches verkaufen sollten, zweifle ich, wenigstens kein gutes. Was ich Gutes erhalten kann, schicke ich Ihnen. — Dass ich nicht nach Mannheim ging, war hauptsächlich, weil ich mir zu alt schien um noch oft meine Lage zu ändern, und mich hier sonst wohl befinde. Ob aber nicht noch meine Frau, die mir sonst wohl überall folgen würde, ihre Zustimmung zu einer Reise nach Südamerika gebe, halte ich nicht für unmöglich, und dann würde ich nicht anstehen, einen solchen Sprung zu machen.

Horner, Zürich 1815 IX 10. Zu Bern ist von einem Schüler Reichenbach's, Namens Schenk, eine Theilmaschine von 4 Fuss zu stand gebracht worden, welche sehr gut seyn soll. — Unser Mechanikus Oeri hat ein paar Dosen-Sextanten verfertigt, bei denen Zapfenwerk und Befestigung der Spie-

gel um vieles besser ist als bei den Englischen. Die Spiegel bekommen wir von einem Optikus Oechslj in Esslingen bei Stuttgardt; sie sind sehr gut. — Mit dem Reichenbach'schen 30 zöll. Fernrohr à fl. 200 sehe ich dann doch nur Einen Saturnstrabanten; aber den Ring und die Jupiterstreifen sehr deutlich. Die Doppelsterne Alcor im grossen Bären und γ im Delphin sind überflüssig von einander unterschieden. Andere habe ich noch nicht versucht. Wann ich Gelegenheit finde dies Fernrohr zu verkaufen, so schaffe ich mir noch ein etwas grösseres an, dem ich aber dann parallaktische Aufstellung (vielleicht gar mit Uhrwerk zur Fortrückung in der täglichen Bewegung) geben, und ein Mikrometer damit verbinden würde.

Repsold, Hamburg 1815 XII 22. Das von Ihnen erhaltene Fernrohr ist gleich in der Wirkung eines andern von Schumacher von gleicher Länge, welches derselbe mir bey seiner Durchreise zurückliess, und welches er von Reichenbach selbst, wie er in München war, bekommen. Ein altes Fernrohr von Dollond mit 5 Ocularen giebt diesen beiden wenig nach, nur erscheint das Bild darin etwas gelber. — Den 29. Dez. feiert die Mathematische Gesellschaft ihre 125-jährige Existenz, wo wahrscheinlich schön gezecht werden wird.

Horner, Zürich 1816 II 4. Reichenbach hat eine neue Art Theodolith verfertigt, bey welchem das bewegliche Fernrohr unter einem rechten Winkel gebrochen ist, dergestalt, dass man zur Seite durch die Queraxe hineinsieht. Hr. v. Zach gibt ihm den seltsamen Namen Stumpschwanz. Die Idee ist allerdings sinnreich; man kann mit dem Instrument alle Höhenwinkel messen: Aber ich ziehe doch die Einrichtung mit dem excentrischen Fernrohr vor. Leider hat der hiesige fleissige Mechanikus Oerj aus Mangel an guten Arbeitern und Ueberfluss an leichtern, und wohl auch einträglichern Arbeiten meine ihm schon vor einem Jahre übergebene Zeichnung noch immer unausgeführt gelassen.

Repsold, Hamburg 1816 V 7. In 5 bis 6 Wochen erhalten Sie höchst wahrscheinlich die Pendeluhr, und wenn es angeht auch den Zähler, es wird fleissig daran gearbeitet. — Das grosse Fernrohr ist recht schön, und übertrifft selbst um etwas weniges ein altes Ramsden'sches von gleicher Länge, auf welchem ich früher viel gehalten habe. — Ich arbeite noch immer an dem für Göttingen bestimmten Kreis. Die vielen Vorrichtungen zu einer neuen Theilung und die verschiedenen Abänderungen des Instrumentes nehmen mir viele Zeit weg. Es erhält neue Lager, an deren schiebbarem Theile 3 Abläsungs-Microscope 90° von einander angebracht werden, neue Niveaus, etc.

Horner, Zürich 1816 VI 21. Können Sie nicht in Erfahrung bringen, was die Reichenbachischen Fernröhren mit Heliometer und parallaktischer Aufstellung, wie eins in Göttingen und eins bei Olbers ist, kosten? Sie werden von Lindenau sehr gerühmt. — Ich ersuche Sie, wenn Sie etwa in Hamburg gegenwärtig gute, feine, nicht gar starke Zigarren wüssten, mir gelegentlich ein Kistchen zu kaufen und zu spediren. Ich habe wieder zu rauchen angefangen, und da sind Zigarren doch bequeme Dinger dazu.

Horner, Zürich 1817 I 6. Ohne Zweifel haben Sie Ihren grossen Kreis beendigt, und ich bin begierig die Verbesserungen zu erfahren, welche Sie mit demselben vorgenommen haben. Der Astronom wird da nicht in den Fall kommen, wie Bessel, eine Gleichung für die Theilung aufzusuchen, und Correctionen von 10 Sekunden anzubringen. — Dieser Tage habe ich in der Connaissance des temps für 1817 von einer Verbesserung am Pendel gelesen, die mir nicht undienlich scheint. Es ist daselbst eine weitläufige und gelehrte Untersuchung über einen an sich einfachen Gegenstand. Weil die genaue Regulirung des Ganges den französ. Künstlern, die vermuthlich keine feinen und scharfen Gewinde haben, mit den gewöhnlichen Schraubenmuttern unten an der Linse des Pendels zu schwierig schien, so ist

einer, Namens Pétremand, darauf verfallen, zwischen der Linse und dem Aufhängepunkt ein Laufgewicht, eine kleinere bewegliche Linse anzubringen, deren Verschiebung den gemeinschaftlichen Schwerpunkt beider Linsen höher oder niedriger bringt, und die für 1^s um desto mehr Weg macht, als ihr Gewicht von dem der Hauptlinse verschieden ist. Mir scheint die Sache desswegen brauchbar, weil man da der misslichen Einrichtung für die solide Verschiebung der grossen Linse überhoben wird, und diese Letztere nur schlechtweg an der Pendelstange festnieten kann. Dagegen würde ich die bewegliche Linse horizontal legen, d. h. einen niedrigen Cylinder von etwa ¼ ℔ Schwere unterhalb der Hauptlinse an einem Schraubengang sich auf und nieder bewegen lassen. — Was sagen Sie zu dem Preiskurrent der Herren Utzschneider etc. in München? Reichenbach treibt nun, wie ich höre, seine Sachen allein fort. Was da für Händel vorgefallen sein mögen, weiss ich nicht. — Ich habe mir nun bey den Münchnern ein Fernrohr von 48″ Brennweite und 37‴ Oeffnung mit Ocular bis 216 mal. Vergrösserung in Holz gefasst bestellt; ferner einen Cometensucher und einen Sextanten, wobey ich die Herren auf die Verbesserung aufmerksam gemacht habe, welche Sie einst bey dem Troughton'schen Sextanten, welchen ich zur Reise um die Welt mitnahm, angebracht haben: sie wollten vorher nur ein Fernrohr von ½″ Oeffnung und 6″ Brennweite anbringen. Habe ich dann dazu noch Uhr und Zähler, so kann ich dann auch einmal wieder etwas Sternguckerey treiben.

Repsold, Hamburg 1817 II 10. Mit Arbeiten bin ich überhäuft. Der Kreis für die Göttinger Sternwarte ist noch nicht fertig, ich arbeite noch immer fleissig daran. Die Theilstriche werden von 5 zu 5′ eingeritzt, nur schade dass die Lage meines Hauses sich zu solchen Arbeiten wegen des vielen Wagenfahrens und Zitterungen anderer Art nicht recht eignet; schwerlich werde ich es dahin bringen, dass nicht Fehler von 1 bis 2″ sich finden: die früher begangenen

Fehler waren aber beträchtlicher, weil auf die Ausdehnung des Kreises zur eisernen Schraube zum Theilen keine Rücksicht genommen war. Die jetzige Theilschraube ist von Messing, und läuft in einer stählernen Mutter, recht fein und sauber gemacht, die Schraube ist gedrehet; denn ich habe gefunden dass mit der Kluppe sich keine vollkommene lange Schraube machen lässt, die Steigung wird verschieden bey aller Vorsicht die auch angewandt werden mag. Die Ausdehnung des Metalles durch mitgetheilte Wärme der Hand ohne Berührung ist merkbar; wird die Schraube einige hundert male schnell umgedreht so entstehet durch die so geringe Reibung eine Ausdehnung oder Verlängerung derselben von einigen Sekunden. Die Röhre des Niveaus ist ein Zoll weit, ausgeschliffen, und für 1″ Neigung bewegt sich die Blase 0,7 Linien. — Die Art und Weise wie die Münchener Herren ihr Glas bereiten ist Ihnen wol bekannt; sie lassen das Glas im Tiegel erkalten und schlagen nachher Stücke ab, wovon jedes Einzelne in eine runde Form geschmolzen wird, und die Grösse des verlangten Objectives hat; alle Vorsicht wird dabei angewandt und dem ohngeachtet bleibt es nicht immer von Streifen frey. Bey dem Fabrikglase kann man also schwerlich viel gutes erwarten. Das Französische Glas scheint mir schlechter wie das englische zu seyn. Kommen Sie indessen diesen Sommer nach Paris und finden zufällig etwas gutes so bitte ich darum. — Ein kleines verschiebbares Gewicht an der Pendelstange, zur bessern Regulirung des Ganges, anzuwenden, ist nicht neu, ich habe es schon vor mehreren Jahren bey Blaker gesehen, der es mir damals sehr empfahl. Das Quecksilber-Pendel scheint Vorzug für das Rostpendel zu haben, ist leicht gemacht und compensirt. — Schumacher wird diesen Sommer eine Triangelreise von Lauenburg bis Seeland machen.

Horner, Zürich 1817 III 22. Wie haben Sie die Niveaux-Röhre ausgeschliffen? Ist sie zugeschmolzen? Reichenbachs Verschliessung ist nicht dauerhaft. — Kennen Sie

die neuen engl. Sliding rules oder Logarithmischen Rechenstäle von Jones? Ich hoffe welche zu bekommen. In Ermanglung derselben habe ich mich, da die Dinger bequem sind, eingerichtet selbst welche zu machen, wozu mir eine Theilmaschine mit einem 2 Fuss langen Schraubengange dienen soll.

Repsold, Hamburg 1817 V 12. Die Niveau-Röhren schleife ich auf einem etwas convex gefeilten Flintenlauf aus, dessen Länge gleich der der Glasröhre ist. Am einen Ende des Laufs wird ein eiserner Flock zum befestigen im Schraubstock vorher eingeschlagen, der so lang ist dass die Glasröhre etwa 2 Zoll darüber hingeschoben werden kann. Alsdann wird mit feinem Schmirgel geschliffen und die Röhre um ihre Achse gedreht. Anfangs muss häufig neuer Schmirgel aufgegeben werden bis die Röhre durchgängig angreift. Eine Stelle des Rohrs nur auszuschleifen ist nicht gut, weil sie häufig dabey zerspringt wegen der verschiedenartigen Spannung des Glases. Die Krümmung des Flintenlaufs darf nur wenig betragen, etwa eine dünne Papierdicke auf 8 Zoll Länge.

Horner, Zürich 1817 VI 12. Für die Beschreibung des Ausschleifens der Niveau-Röhren danke ich Ihnen sehr, und werde gelegentlich davon Gebrauch machen. — Prof. Schumacher beneide ich um die Gelegenheit astronomische Reisen und Gradmessungen zu machen. — Mit den Magnetnadeln ist es eine schwierige Sache. Nihmt man steinerne Hütchen, so stumpfen diese jeden Augenblick die Spitze ab. Nihmt man messingene, so können diese allmählig zerkratzt werden; doch geschieht dies später als das Abschleifen der Gnomonspitze. Von unsern Compassen auf dem Schiff behielten jedoch die Nadeln mit messingenen Hütchen viel länger ihre Empfindlichkeit, als die mit agatnen. — Man hat hier der grossen Theurung wegen auch das Zerkochen der Knochen durch heissen Wasserdampf angefangen: aber da fehlt es leider ganz an der Kenntniss von der Festigkeit der Gefässe. Die angewandte Beschwerung des Sicherheits-

Ventils ist bedeutend, zuweilen der 3 bis 4fache Druck der Atmosphäre. In den Büchern findet man darüber keine Anleitung. Die Angaben über die Zerreissbarkeit der Metalle sind sehr ungleich. Die von Muschenbröck gestatten eine doppelt so grosse Kraft als die von Sikingen, oder das was Lambert aus der Spannung der Metallsaiten geschlossen hat. Weiss Ihr Freund Woltmann (dem ich mich zu empfehlen bitte) darüber etwa Auskunft zu geben? Bey den Versuchen über das Zerreissen der Metalle ist auch auf die Temperatur gar keine Rücksicht genommen, die doch gewiss das Resultat merklich ändert.

Horner, Zürich 1817 X 24. Ich habe mir diesen Sommer eine Theilmaschine für gerade Linien machen lassen, auf welcher ich Logarithmische Rechenstäbe (Sliding rules) eintheilen wollte; ich habe aber dabei gelernt, dass es nicht leicht eine Schraube giebt, welche durch ihre ganze Länge genau gleiche Steigung hält. Ich finde übrigens diese Rechenstäbe sehr bequem, und habe denselben auch eine Einrichtung geben können, wodurch sie ohne die geringste Verkleinerung der Eintheilung um die Hälfte kürzer werden. — Mit der Camera lucida habe ich mehrere Rundansichten (Panorama's) auf unsern Bergen gezeichnet. Auch habe ich vergrösserte Darstellungen durch das Fernrohr, sowohl Bergansichten, als auch Sonnen- und Mondsflecken mit der Camera lucida gezeichnet. Ich bin damit ziemlich eingeübt.

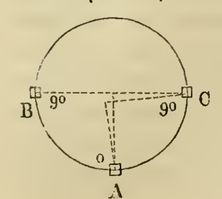
Horner, Zürich 1817 XII 21. Ich habe mir von der Utzschneider'schen Offizin die Abbildungen ihrer astronomischen und optischen Instrumente kommen lassen, die in Steindruck sehr gut gemacht sind. Es ist interessant die verschiedenen Constructionen kennen zu lernen. Sie kosten das Stück 40 kr.; ich habe aber die ganze Sammlung, die etwa 20 Folioblätter enthält, mir angeschafft. Wenn Sie etwas davon zu haben wünschen, so kann ich sie Ihnen auch herbeischaffen. — Ich hatte vor einiger Zeit bey dem Mechanikus Schenk in Bern, der eine sehr gute Theilmaschine

von 4 Fuss Durchmesser nach Reichenbachischer Construction hat, einen Theodolithen mit ekzentrischem Fernrohr, ungefähr wie die transportablen Passageninstrumente eingerichtet, bestellt. Nach langem Mahnen und Warten erhalte ich endlich erst die Preisbestimmung, die mich nöthigt, die Sache aufzugeben. Schenk fordert für einen Theodolithen von 8 Zoll Durchmesser, mit Verticalkreis von 6 Zoll, beyde zu 10 Sec. getheilt, mit 12zölligen Fernröhren, 70 Carolin, und ebensoviel für einen Bordakreis von 10 Zoll Durchmesser nach einer neuen, mir nicht probaten, Einrichtung: Für dieses Geld kann man bey den Münchnern etwas ganz anderes bekommen. — Für die terrestrischen Messungen sind die heutigen Instrumente überflüssig genau; die Triangel schliessen auf wenige Sekunden und die berechneten Seiten treffen mit der Verificationsbasis auf wenige Fusse zusammen. Dagegen hält es äusserst schwer die Polhöhen bis auf 1 Sec. zu erhalten, was doch auf der Erde ganze 100 Fuss austrägt. Die Ungleichheiten, welche im Juli- und Aug.-Heft von Lindenaus Zeitschrift sowohl Littrow als Gauss in den Declinations- und Breitenbestimmungen bemerken (p. 85 und 119) und das, was Bohnenberger (p. 141) anführt, beweisen, dass das gewünschte Ziel noch nicht erreicht ist. — Ich bin letzten Sommer nirgends fort gewesen, indem meine Frau, nachdem sie im August sich ordentlich erholt zu haben schien, nun seither immer tief im Bette liegt, so dass keine Wahrscheinlichkeit ist, sie vor dem nächsten Sommer von dieser Schwäche, die zuweilen in heftige Convulsionen ausbricht, befreyt zu sehen. Meine zwey Jungens nebst dem Mädchen sind degegen sehr gesund. Wie steht es bey Ihnen?

Horner, Zürich 1818 I 13. Empfangen Sie, mein theurer Freund, meinen besten Dank für die gütige Erfüllung meiner Wünsche in Absendung der Uhr und des Theodolithen. Da nun endlich auch das Statif für mein Fernrohr hier in Arbeit genommen ist, so habe ich Hoffnung bis gegen den Frühling mich zu astron. Beschäftigung einigermassen

ausgerüstet zu sehen. Von München habe ich indess weder Sextant noch Theodolith erhalten, obgleich mir der erste letzten Junj ganz bestimmt als in 5 Wochen versendbar, angekündigt wurde. — Ich bin nun völlig entschlossen die Quecksilber-Compensation anzuwenden: Sie ist viel einfacher, sowohl in der Ausführung als in der Wirkung, und es ist sonderbar wie sie schon seit dem ersten Decennium des vorigen Jahrhunderts so hat vernachlässigt werden können. Das einzige Bedenken, das man haben könnte, ist, dass das Quecksilber im Glase vielleicht nicht so schnell die Temperatur annehmen möchte, wie die dünnere unbekleidete Pendelstange. Der erste Erfinder, Graham, hat vielleicht auch desswegen das Queeksilber in einen messingenen, überfirnisten Cylinder eingeschlossen. — An den Verrückungen der Göttinger-Sternwarte ist das besonders merkwürdig, dass auch die geringe Temperatur-Aenderung von 4—5 Graden, wie sie bey bedeckter Luft stattfindet, so starke Ausdehnungen hervorbringt. Dass die Neigung nur in der Richtung des Meridians vor sich geht, muss doch von der Anordnung der Unterlagen herrühren, und könnte über die bey ähnlichen Anlagen zu vermeidenden Fehler Aufschluss geben. Hat etwa das Terrain des Gebäudes nach Süden zu einen starken Abhang? Die hiesige kleine Sternwarte steht auf der Ecke eines nach Süd-Ost auslaufenden Walles; da dehnt sich am Vormittage die Ostfläche und Nachmittags die Südfläche der Länge (vermuthlich auch der Höhe) nach aus, und macht merkliche Azimuthal-Aenderungen, obgleich sie mit Rasen bekleidet ist.

Repsold, Hamburg 1818 II 11. Der Kreis ist entlich fertig, und ich gedenke ihn im Merz in Göttingen aufzustellen. Die Theilung ist aber nicht nach meinem Wunsch und Voraussetzung ausgefallen, wie Sie aus folgender Tafel sehen werden. Das Mikroskop A blieb unverändert, und der



Theilstrich ward nach diesem eingestellt. Der Kreis von A nach B geschoben und von A nach C:

Mikroskop	A	B	C		A	B	C
0°	0	34,5″	51,3″	0	0	35,7″	52,0″
5	0	34,5	51,5	5	0	35,7	52,2
10	0	34,8	52,5	10	0	36,0	52,2
5	0	35,6	52,5	5	0	36,0	51,5
20	0	35,2	52,5	20	0	34,2	50,5
5	0	35,0	53,6	5	0	35,3	51,5
30	0	35,0	53,6	30	0	35,3	51,0
5	0	34,0	52,0	5	0	34,7	51,0
40	0	35,5	53,8	40	0	35,8	52,3
5	0	35,0	54,8	5	0	37,0	51,5
50	0	34,2	53,8	50	0	37,5	52,6
5	0	35,2	54,2	5	0	37,0	52,0
60	0	34,2	54,0	60	0	36,4	51,3
5	0	34,2	54,2	5	0	36,3	51,5
70	0	35,2	53,7	70	0	36,3	50,6
5	0	35,2	55,2	5	0	36,0	50,6
80	0	34,0	54,0	80	0	36,0	50,5
5	0	34,0	54,5	5	0	35,7	50,5
90	0	33,0	53,8	90	0	34,0	50,2

Für die grösste Richtigkeit dieser Angaben kann ich wegen dem Wanken des Hauses nicht einstehen. Sie sehen dass beim 2. Anfange schon ein Unterschied bey B von 1,2 Sekunden und bey C von 0,7″ stattfindet. In der Zwischen-Abtheilung von 5 zu 5° giebt es keine Abweichungen von einer Secunde. Diese Aufgabe der Fehler des Kreises habe ich an Gauss geschickt mit der Anfrage, ob unter diesen Umständen er ihn auch zu haben wünsche: er ist damit zufrieden, nur verlangt er noch ein 4. Microscop um nach Bessels Methode die Fehler finden zu können. — Die Ursachen der entstandenen Fehler liegen vorzüglich darin, dass ich etwa 6 Wochen zu den 4320 Theilstrichen gebraucht habe, wo während der Zeit verschiedene Temperaturen stattfanden, und durch Zitterung des immerwährenden Wagenfahrens

die Microscope mit dem Vorreisser nicht unverrückt stehen geblieben sind. Obgleich der Keil unten im Raum auf eisernen Stangen befestigt war, waren die Schwingungen beim Wagenfahren so gross, dass im Microscop der Theilstrich, wegen der schnellen Bewegung nicht bemerkt werden konnte. — Sie schrieben mir von einem Mechanicus Schenk in Bern, dass derselbe eine Theilscheibe nach Reichenbach's Einrichtung besitze; ich möchte fast daran zweifeln, weil Reichenbach sehr geheim damit ist und selbst Utzschneider und Comp. nur einen 2½füssigen Kreis zu diesem Zweck überlassen, falls Schumacher die Sache recht verstanden hat. — Es möchte wol gut seyn mit Bestellung des 18zölligen Kreises bey Utzschneider noch etwas zu warten, weil nach Versicherung von Schumacher jetzt etwas gepfuschert wird, seit Reichenbach aus der Verbindung getreten. Ich bekomme in Kurzem mehrere Sachen dorther, nemlich einen 8zölligen Theodolith, und einen der besten Sextanten; es wird sich alsdann zeigen wer Recht hat. Das optische Institut ist sehr gut. Reichenbachs Preise sind alle höher wie die von Utzschneider. — Erlaubt es einigermassen meine Zeit, so gehe ich von Göttingen nach München um Reichenbach kennen zu lernen und dessen Werkstelle zu besehen.

Horner, Zürich 1818 II 20. Bessels Methode ist ein kostbares Geschenk für alle Besitzer grosser Kreise; billig sollte auch jede Theilmaschine darnach geprüft werden. — Was Sie von der Nothwendigkeit einer starken Vergrösserung der Mikroskope sagen, scheint mir vollkommen gegründet: man sieht nichts richtig, wovon man nicht noch die Hälfte unterscheiden kann, und wenn man, um auf die Secunden zu theilen, eine halbe Secunde bestimmt unterscheiden können soll, so muss man noch ¼ Sec. wahrnehmen können. Um bis auf 5 Grade richtig zu theilen, scheint mir des Duc de Chaulnes Methode denn doch das sicherste Mittel zu seyn, wo man zwei Mikroskope, von denen das eine verschiebbar ist, in 180° einander gegenüberstellt, und durch zwei beweg-

liche mit Wachs oder Gummi oder Firniss angeklebte Punkte erst die genaue Halbirung des Kreises bewirkt; dann wieder die Hälften auf gleiche Weise halbirt, und sodann den Drittheil von 90° sucht, und auf diese Weise so weit heruntergeht, als die Dicke der Mikroskope erlaubt sie zusammenzurücken. Die Unter-Abtheilungen lassen sich dann noch, nach seinem Vorschlage durch ein im Centrum der Theilscheibe befestigtes, auf eine eingetheilte Latte gerichtetes Fernrohr oder auf andere Weise erhalten. — Was ich Ihnen von Schenk's Theilmaschine schrieb, hat seine Richtigkeit. Denn ich habe sowohl diese, als die beiden von Reichenbach mit eignen Augen gesehen, und kenne die Einrichtung derselben. Die Theilung ist bey allen dreyen auf Silber, und zwar mit Strichen, nicht mit Punkten. Die Striche werden beym Eintheilen der Instrumente nicht mit dem Wagen von zwey Gelenken, wie bey Ramsden, sondern mit einer Art Hobel gezogen, der auf einem Lineal schleift. — Es sind eigentlich zwei Brüder Schenk; beide Bauernsöhne [1]. Der Aeltere ist ein wirkliches Naturgenie, und ein ungemein kraftvoller Mensch an Leib und Seele. Dieser beschäftigt sich nur mit der Maschinerie im Grossen. Der jüngere Bruder, dem man eben so viele Anlage zutraute, wurde von der Berner Regierung unterstützt, und zu Reichenbach in die Lehre gethan. Dieser nahm sich seiner mit Rath und That an, und bildete ihn zu einem genauen Arbeiter aus. Zum Dank copirte dieser nicht nur ab, was Reichenbach nicht geheim hielt, sondern stahl ihm auch noch die Construction der Theilmaschine ab, die in einem offenen Zimmer neben der Werkstätte stand [2]. Von der Berner-Regierung und Freunden mit Geld unterstützt, verfertigte er bey seiner Rückkunft nach Hause eine Theilscheibe von 4 Pariser-Fuss

---

[1]) Vergl. für sie Bd. 2 meiner Biographieen, namentlich Pag. 411—412 und 419—421. Ferner Nr. 166 dieser Nachträge.

[2]) Dieser Passus dürfte dann doch ein bischen zu mildern sein.

Durchmesser, die ihm der ältere Bruder aus Einem Stücke goss, und eintheilen half. Die Güte der Theilung hat sich schon an einigen Theodolithen sattsam erprobet, und sie scheinen den Reichenbach'schen nicht nachzustehen. — Allerdings hat Reichenbach an Utzschneider nur die ältere, kleinere Theilmaschine überlassen, die aber an Güte der grössern wohl nicht nachsteht, da es diese Theilmaschine ist, welche Reichenbach's Ruhm schon vor 20 Jahren begründete. Die grössere musste er haben, um die dreifüssigen Kreise zu theilen. Dass es bey Utzschneider jetzt etwas eilfertig zugehe will ich gerne glauben; doch nicht wegen dem Austritt Reichenbach's, sondern weil man für die vielen Bestellungen nicht genug Arbeiter hat; auch bey der Theurung des vorigen Jahres mit den wohlfeilen Preisen wol nicht so gut bestehen konnte. Sonst ist Liebherr, der frühere Associé von Reichenbach und Utzschneider, jetziger Director, ein fleissiger und sorgfältiger Mann. Von Reichenbach wird man auch nicht immer so gut bedient wie früher, weil er solcher Kleinigkeiten sich nicht recht annehmen mag, da er mit den grossen Maschinen in den Salzwerken zu thun hat. Wenigstens hat Prof. Huber in Basel, der neulich von R. einen 12zölligen Bordakreis erhielt, über einige Versehen an diesem Instrumente geklagt. — Wenn Sie im Frühling nach München gehen, so bitte ich fussfällig um die Gnade, dass Sie den Heim- oder Herweg über Zürich nehmen. Der Umweg ist unbedeutend, und wir kommen schwerlich bald so gar nahe zusammen. Auch verdient unser Ländchen wohl, dass man einen Blick darein thut. — Ihre Theilmaschine für gerade Linien ist sinnreich. Aber sollten die Ungleichheiten der Kette keinen Spuck machen? Ich brauche eine Länge von etwa 20 Pariser-Zollen, und die Striche sollten am Anfang und Ende durch eine gute Loupe gesehen, noch keinen Fehler geben. Ich werde mir nun auf andere Weise zu helfen suchen.

Horner, Zürich 1818 IX 6. Vermuthlich sind Sie,

mein theurer Freund! mit Ihrem wackern Begleiter schon lange glücklich zur Stelle gekommen. Mit Ihrer Reise nach München und Göttingen werden Sie zufrieden seyn; möge Sie der Abstecher nach Zürich auch nicht ganz gereuen. Ich für mein Theil danke Ihnen nochmals für dies Freundschaftsstück, das mir einen grossen und kostbaren Genuss gewährt hat.

Repsold, Hamburg 1818 X 13. Zuerst meinen herzlichsten Dank für Ihre gütige Aufnahme und für die Veranlassung, dass ich einen Theil der Schweitz gesehen; die schönen Ansichten werde ich nie vergessen. Ich komme mit meinem Schreiben sehr späth und Sie haben gerechte Uhrsache auf mich böse zu seyn. — Gauss ist jetzt hier um an Schumachers Messung eine für Hannover anzuknüpfen. Er ist vor wenigen Tagen angekommen, und logirt bey mir. Sie werden mir also verzeihen, dass ich jetzt schon schliesse. Bald ein mehreres.

Repsold, Hamburg 1818 XII 27. Die steinernen Pfeiler zum Göttinger-Kreise liefern eine höchst sonderbare Erscheinung, wovon die Ursache bis jetzt nicht aufzufinden ist. Sie bewegen sich täglich regelmässig von Süden nach Norden, und gehen die Nächte wieder nach ihrem vorigen Stande zurück. Scheint die Sonne so ist der Unterschied am bedeutendsten, in andern Fällen beträgt derselbe circa 6 Secunden. Einige Minuten nach Mittag ist die Abweichung am grössten; dann nimmt sie wieder ab, und am folgenden Tage bey gleicher Beobachtungsstunde findet selten ein Unterschied statt. Von Osten nach Westen ändert sich das Niveau gar nicht. Würde Gauss nicht häufig zu verschiedenen Stunden nivellirt haben, so hätten die Pfeiler leicht als feststehend angenommen werden können; es würden bedeutende Beobachtungsfehler entstanden seyn, weil die drei Mikroskope am Stein befestiget sind und den Nullpunkt immerwärend verschoben hätten. — Seit einigen Wochen ist bei uns widerholt Frostwetter eingetreten, die Elbe ist unschiffbar ge-

worden, die grösste Kälte war — 7° R. Dieses Wetter verhindert jetzt die Absendung des Theodolithen und der Uhr [1]); da Sie im Frühjahr wol erst davon recht Gebrauch machen können, wird es Ihnen nun auf einige Tage früher nicht ankommen; leid thut mir dass sich das Ganze so lang verzögert hat. — Bey dem Pendel wird das Glas fast zum ½ Zoll des obern Randes mit Quecksilber gefüllt, Sie werden es aus der Würkung bald sehen, wie viel Sie nöthig haben; Ein zweites Glas habe ich beygelegt, wenn Ihnen diese Compensations-Art gefallen sollte. Die Uhr ist nicht auseinander genommen weil ihr etwannige Stösse nicht schaden können. Das anzuhängende Gewicht ist circa 12 ℔. Die Schnur oder Saite läuft über eine Rolle damit sie sich nicht loswinden kann, mithin ist die Inbewegung setzende Kraft nur 6 ℔; weil das Gewicht zu schmal sein müsste, um das Pendelglas vorbey gehen zu können, ist es besser an der Rolle noch einen zweiten Faden und an diesen das Gewicht zu befestigen. — Ich arbeite jetzt an einer Theilmaschine von 4½ Fuss Hamb. im Durchmesser, wobey ich Reichenbachs Theilmethode nutzen werde, die sehr sinnreich ist. Der Kreis ist reichlich schwer geworden, roh ausgearbeitet wog derselbe 180 ℔.

Horner, Zürich 1819 III 17. Theodolith sowohl als Uhr nebst Pendel sind im besten Stande angekommen: Des Staubes wegen habe ich aber doch letztere auseinander genommen, abgewischt, und mit feinem Oel, das als Uhrmacheröl in kleinen Fläschchen verkauft wird, wieder eingeseift. Ein besonderer Vortheil der Steinlöcher scheint auch der zu seyn, dass da kein Grünspan sich bilden kann, wie diess bei den messingenen Löchern der Fall war. Die Uhr geht hübsch, obwohl ich bis der Kasten fertig ist, ihr nur etwa 4 ℔ angehängt habe. Die Linse habe ich einstweilen mit Laubthalern ausgefüllt, weil ich das Quecksilber zuletzt ein-

---

[1]) Es ist diess diejenige Uhr, welche jetzt auf der eidg. Sternwarte die Sekunden auf den Chronograph schreibt.

giessen will. Ich werde Ihre Vorschriften genau befolgen; doch habe ich zwei Fragen zu machen: 1°. Wenn ich, wie Sie mir melden, das Glas bis auf einen halben Zoll fülle, so wird die Höhe des Quecksilbercylinders über 6″ Par. Nach der Rechnung aber (die Ausdehnung des Eisens zu 0,0000114, und die des Quecksilbers zu 0,000182 für 1° C. gesetzt) müsste sie höchstens 5½″ seyn. Gründet sich Ihre Bestimmung auf andere Angaben, oder auf Versuche? — 2°. Die Linse wird auf diese Weise etwa 9 ℔ schwer; ist es also nöthig das Vorgewicht bis auf zweimal 6 ℔ zu treiben, während dem 2 ℔ noch merklich von dem Minimum des Gewichts entfernt scheinen? Dass mehr als nur das nothwendige Gewicht da seyn muss, wenn die kleinen Störungen überwunden werden sollen, weiss ich wohl; aber ist 12 ℔ im Verhältniss zur 9 ℔ schweren Linse nicht etwas zu stark? Inzwischen werde ich, bis ich Ihre Auskunft erhalten haben werde, die gegebene Vorschrift richtig befolgen. Die Uhr selbst ist schön und zweckmässig eingerichtet. Dass Steigrad und Anker recht solid sind gefällt mir gar wohl: die Federungen wären da am unrechten Orte; einzig das Stundenrad schien mir sich zuweilen im Getriebe etwas kneifen zu wollen; doch ist bey so schweren Gegengewichten dieser Einfluss wol geringe. Ich werde das Gewicht in Form eines Buches an der Seitenwand des Kastens gleiten lassen, um wenigstens 30 bis 40 Zolle Fall (es braucht 37 im Monat) zu bekommen, und nirgends mit dem Pendel in Conflict zu gerathen. Das Zifferblatt nihmt sich sehr gut aus, und hat gewiss grosse Vorzüge vor den Versilberungen, die leicht fleckig und gelblich ausfallen. (Fortsetzung folgt.) [R. Wolf.]

Bemerkungen über den Isomorphismus verschieden zusammengesetzter Körper

von

A. Kenngott.

Nachdem G. Tschermak (Wien. Akad. Sitzungsber. L, I, 566) seine Ansicht über die Zusammensetzung der Feldspathe ausgesprochen hatte, wurde von verschiedener Seite dieselbe besprochen und zum Theil in Frage gestellt. Ich fand dieselbe mit meiner Ansicht über die atomistische Constitution der Krystalle übereinstimmend, wie aus meinem Referate über die bezügliche Schrift (Uebersicht der Resultate mineral. Forschungen 1862—1865, S. 177) hervorgeht und hob in meinen Elementen der Petrographie, S. 22, die Wichtigkeit der von G. Tschermak gegebenen Erklärungsweise hervor, durch welche die scheinbar so verwickelte Feldspathreihe vereinfacht wird. Es war an beiden Orten nicht die passende Gelegenheit, mich ausführlicher über die atomistische Constitution der Krystalle auszusprechen und ich beabsichtige auch jetzt nicht, es zu thun, sondern wurde nur durch einen neueren Aufsatz von G. Tschermak „Bemerkungen über die chemische Constitution der plagioklastischen Feldspathe“ (Pogg. Ann. CXXXVIII, 162) veranlasst, diese Zeilen zu schreiben, weil in Folge eines Feldspathes, welchen G. vom Rath (Pogg. Ann.

CXXXVI, 405) analysirte, G. Tschermak mit Bestimmtheit ausspricht, dass es keinen natronfreien Labradorit gibt. Da hiermit nur ausgesprochen sein kann, dass es keinen Feldspath gibt, welcher auf 1 CaO 1 Al_2O_3 und 3 SiO_2 enthält, der Name Labradorit hier Nebensache ist, so beabsichtigte ich nur zu zeigen, dass ein Feldspath mit dieser Constitution nach meiner Ansicht vorkommen kann; Labradorit ist er allerdings nicht zu nennen, der Name ist aber hier nicht zu beachten.

Die Silikate der Basis RO bilden eine sehr einfache Reihe:

$2RO \cdot SiO_2$, $RO \cdot SiO_2$, $2RO \cdot 3SiO_2$, $RO \cdot 2SiO_2$

von denen das letztere durch den Titanit repräsentirt wird, worin die Titansäure die Hälfte der Kieselsäure ersetzt. Die Sauerstoffverhältnisse von Basis und Säure sind

1 : 1 1 : 2 1 : 3 1 : 4

und die Zahlenverhältnisse der Metallatome und der Sauerstoffatome

3 : 4 2 : 3 5 : 8 3 : 5

Man kann auch obige Reihe schreiben:

$2RO \cdot SiO_2$ $2RO \cdot 2SiO_2$ $2RO \cdot 3SiO_2$ $2RO \cdot 4SiO_2$

oder selbst

$4RO \cdot 2SiO_2$ $4RO \cdot 4SiO_2$ $4RO \cdot 6SiO_2$ $4RO \cdot 8SiO_2$

wodurch die Verhältnisse nicht verändert, sondern nur vervielfacht werden.

Die Silikate, welche ein Alkali und Thonerde enthalten, lassen sich auf obige Reihe zurückführen. wenn sie auf 1 R_2O 1 Al_2O_3 enthalten, insofern $R_2O \cdot Al_2O_3$ sich mit 4 RO vergleichen lässt. Wir erhalten dadurch eine Reihe mit denselben Sauerstoffverhältnissen wie oben:

$\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}2\,SiO_2$ $\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}4\,SiO_2$ $\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}6\,SiO_2$ $\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}8\,SiO_2$

In diesen Silikaten ist das Zahlenverhältniss der Metall- und Sauerstoffatome dasselbe, wie in den Silikaten der Basen RO, und es kann Isomorphismus vorkommen, er liegt aus doppeltem Grunde sehr nahe. Dass derselbe nur hin und wieder hervortritt, ist kein Gegenbeweis, weil gerade bei den Mineralen isodimorphe oder isopolymorphe Substanzen bald mehr in der einen, bald mehr in der anderen Form gefunden werden und daher der Isomorphismus oft lange unbekannt bleibt. Ich kann nur hier darauf hinweisen, dass der Nephelin hexagonal krystallisirt und der Willemit und Phenakit hexagonale Species sind, dass der Haupttheil der tesseralen Hauyngruppe der Formel $\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}2\,SiO_2$ entspricht und Bergemann (Pogg. Ann. LXXXIV, 487) ein mit Granat in der Form übereinstimmendes Mineral von Brevig in Norwegen analysirte, welches der Formel $2\,RO\,.\,SiO_2$ entspricht, dass der Isomorphismus des Spodumen mit Diopsid auf die einfache Formel $\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}4\,SiO_2$ für jenen hinweist, dass der Titanit klinorhombisch krystallisirt und für den klinorhombischen Petalit die einfache Formel $\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}8\,SiO_2$ annehmbar erscheint, seine Formen vielleicht eine Analogie mit denen des Titanit finden lassen.

Wenn nun G. Tschermak seine Ansicht über die Feldspathe auf den Isomorphismus von Albit und Anorthit gründete, von denen der Albit der Formel $\left.\begin{matrix}Na_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}6\,SiO_2$ entspricht, der Anorthit $CaO\,.\,SiO_2$ + $Al_2O_3\,.\,SiO_2$ formulirt wurde, so liess der Isomorphis-

mus das dazu nöthige gleiche Verhältniss der Atome von Metall und Sauerstoff 10 : 16 erkennen, und wenn man den Anorthit als $\left.\begin{matrix}CaO\\AlO\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}2SiO_2\\AlO_2\end{matrix}\right.$ auffasst, oder als $2\left(\left.\begin{matrix}CaO\\AlO\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}2SiO_2\\AlO_2\end{matrix}\right.\right)$ so ist in ihm, wie im Albit, das einfache Silikat $2RO \,.\, 3SiO_2$ ausgedrückt, welches man auch $4RO . 6SiO_2$ schreiben kann. Allgemeiner ausgedrückt ist die Formel $4\,RO \,.\, 6\,RO_2$.

Auf diese Auffassungsweise gestützt kann man mit gleichem Rechte der Formel $\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}8\,SiO_2$ entsprechend annehmen, dass ein Silikat der Basis RO mit Al_2O_3 vorkommen kann, welches der Formel $CaO.SiO_2 + Al_2O_3 \,.\, 2\,SiO_2$ entspräche, weil diese sich, ähnlich wie die des Anorthit, in $\left.\begin{matrix}CaO\\AlO\end{matrix}\right\}\begin{matrix}3\,SiO_2\\AlO_2\end{matrix}$ umschreiben liesse, und es würde ein solches Silikat nicht als unmöglich angesehen werden können. Es wäre, wie Tschermak sich ausdrückt, ein natronfreier Labradorit, d. h. ein Silikat mit $1\,CaO$, $1\,Al_2O_3$, $3\,SiO_2$, welches jedoch nicht mit Albit isomorph ist, sondern mit dem Petalit isomorph sein könnte.

Dass diese Schlussfolgerung ganz unabhängig von dem Feldspath von Närödal ist, versteht sich wohl von selbst, wesshalb ich die zur Sprache gebrachten Differenzen, welche die chemische Constitution desselben betreffen, hier gänzlich übergehen kann.

Wenn man nun die oben angedeutete Auffassungsweise auch rückwärts schreitend auf das Silikat $\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}4\,SiO_2$ ausdehnt, so würde dieselbe auf eine isomorphe Substanz der Formel $\left.\begin{matrix}RO\\AlO\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}SiO_2\\AlO_2\end{matrix}\right.$ oder $2\left(\left.\begin{matrix}RO\\AlO\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}SiO_2\\AlO_2\end{matrix}\right.\right)$ führen müssen, doch wird es kaum räthlich erscheinen,

die Möglichkeit eines solchen Silikates anzunehmen, welches auf 1 RO 1 Al_2O_3 und 1 SiO_2 enthielte. Dessenungeachtet findet dieses Atomenverhältniss von Metall zu Sauerstoff 8 : 12 seinen Ersatz in der Granatformel, welche, wenn wir Kalkthongranat wählen,

$$\begin{matrix} CaO \cdot SiO_2 \\ CaO \cdot SiO_2 \\ CaO \cdot SiO_2 \\ AlO \cdot AlO_2 \end{matrix}$$

ergibt und auf den Isomorphismus mit Leucit (dem alten Leukogranat) $\left.\begin{matrix} K_2O \\ Al_2O_3 \end{matrix}\right\} 4\,SiO_2$ hinweist.

Wenden wir uns schliesslich zu dem Silikate $\left.\begin{matrix} R_2O \\ Al_2O_3 \end{matrix}\right\} 2\,SiO_2$, so würde dieses nach obiger Reihenfolge zu $\left.\begin{matrix} RO \\ AlO \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} OSiO_2 \\ AlO_2 \end{matrix}\right.$ führen, die Anwesenheit der Kieselsäure ausschliessen. Wir erhalten dadurch die Spinellformel mit dem Atomenverhältniss von Metall und Sauerstoff = 6 : 8 und diese tesseralen Minerale lassen sich, selbst wenn man die Hauynminerale unberücksichtigt lassen wollte, deren Hauptheil der Formel $\left.\begin{matrix} R_2O \\ Al_2O_3 \end{matrix}\right\} 2\,SiO_2$ entspricht mit dem oben erwähnten Minerale, welches Bergemann analysirte, als tesserale vergleichen. Andererseits ist der Chrysoberyll $BeO \,.\, Al_2O_3$ als isomorph mit der Peridotgruppe $2\,RO \,.\, SiO_2$ hervorzuheben.

Obgleich es ursprünglich nur meine Absicht war, auf Grund meiner Ansicht über verschieden zusammengesetzte Minerale, die ich selbst als Hypothese bezeichne, nachzuweisen, dass ein Mineral $CaO \,.\, SiO_2 + Al_2O_3 \,.\, 2\,SiO_2$ möglich sei, so hat mich diese eine Reihe von Körpern weiter geführt und man ersieht, dass meine Hypothese, welche den Isomorphismus verschieden zusammengesetzter Körper von einem

gleichen Verhältnisse der Atome von Metall und Sauerstoff abhängig macht, wenigstens einige Stützpunkte findet. Wir haben drei Reihen mit den Verhältnissen von M : O

3 : 4	2 : 3	5 : 8	3 : 5
oder			
6 : 8	8 : 12	10 : 16	12 : 20
$2RO \cdot SiO_2$	$RO \cdot SiO_2$	$2RO \cdot 3SiO_2$	$RO \cdot 2SiO_2$
$\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}2SiO_2$	$\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}4SiO_2$	$\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}6SiO_2$	$\left.\begin{matrix}R_2O\\Al_2O_3\end{matrix}\right\}8SiO_2$
$RO.R_2O_3$	$(3RO.R_2O_3)3SiO_2$	$(RO.R_2O_3)2SiO_2$	$(RO.R_2O_3)3SiO_2$

und es können die Körper mit gleichem Verhältniss M : O isomorph, sowie in ihnen die Basen R_2O, RO, R_2O_3 verschiedene sein, SiO_2 auch durch TiO_2 ersetzt werden, wie der Titanit einen Fall zeigt, während der Perowskit $CaO \,.\, TiO_2$ als tesserales Mineral in der Reihe von Leucit und Granaten steht. Ich hoffe, dass ich bei einer anderen Gelegenheit mich weiter über diese Hypothese aussprechen kann, von welcher ich hier nur eine Andeutung geben wollte, weil mich der Aufsatz von G. Tschermak dazu veranlasste. Ich verkenne nicht die Widersprüche, welche gegen solche Hypothesen erhoben werden können und bemühte mich desshalb bis jetzt nur, das erforderliche Material zu sammeln, welches zur Beweisführung nothwendig ist.

Ueber die Nummuliten-Gebilde Ober-Italiens.

Von

Dr. **Karl Mayer.**

Die Schwierigkeit der abtheilungsweisen Coordination unserer alpinen Nummuliten-Gebilde mit der nordeuropäischen Eocän-Reihe, bedingt theils durch die verschiedene Bildungsweise und Facies beider Serien, theils durch das scheinbar selbstständige Auftreten der einzelnen Glieder der Ersten in den Gebieten der Ost-, der inneren und der West-Schweiz, liess den Versuch als vielleicht lohnenswerth erscheinen, in den benachbarten, namentlich den oberitalienischen nummulitischen Regionen Schichtencomplexe aufzusuchen, welche, bei klar ausgesprochener stratigraphischer Stellung, in ihren jeweiligen Faunen eine ausgesprochene Verwandtschaft zugleich zu unseren und zu den nordeuropäischen Eocän-Stufen aufwiesen. Als Mitglied der Commission der geologischen Karte der Schweiz, benutzte daher mein geehrter Vorstand, Herr Escher v. d. Linth, meinen gefassten Plan, die diessjährigen Frühlingsferien im piemontesischen Apennin zuzubringen, um mich zur Verlängerung meiner Reise und zum Besuche des durch die Arbeiten französischer, italienischer und österreichischer Geologen neuerdings wichtig gewordenen vicentinischen Tertiär-Gebietes zu veranlassen. Der durch mehrfache glückliche Begegnungen bedingte Erfolg

meiner im Verhältniss zu der mir gewordenen Aufgabe kurz zu nennenden Reise bewegt mich, der geehrten naturforschenden Gesellschaft in Zürich darüber zu referiren, und ich benutze diesen Anlass, um meinen freundlichen Ciceronen, den Herren Director Gény in Nizza, Pfarrer Perrando in Santa Giustina, Pater Jghina in Le Carcare und Giovanni Meneguzzo in Montecchio-maggiore laut meinen Dank abzustatten.

Das durch Bellardi (Mém. de la Soc. géol. de la France, 2e série, IV, 1851) in paläontologischer und durch A. Sismonda, Pérez und Gény in geologischer Beziehung untersuchte Nummuliten-Gebilde der See-Alpen wurde bekanntlich erst in Folge des überzeugende Daten vorführenden Memoirs des ersten Autors allgemein als tertiär und gleich alt wie das Eocäne Nord-Europa's erkannt. Nach nothwendig gewordener Auflösung der Eocängruppe in eine gewisse Anzahl Unterabtheilungen oder Stufen entstand indessen die neue Frage, ob genanntes Gebilde der ganzen Eocän-Reihe oder nur einer einzelnen Abtheilung davon entspreche. Der letzteren Ansicht huldigend stellte 1852 A. d'Orbigny (Prodrome de Paléontologie: II, S. 309 ff.), von theoretischen Anschauungen über das geologische Auftreten der Nummuliten verleitet, die fraglichen Schichten in seine Etage suessonien supérieur (jetzt Londonian), während Hébert (Bull. de la Soc. géol., 1866, S. 136), von dem Vorkommen darin einer Reihe grosser Arten des pariser unteren Grobkalkes, wie Crassatella plumbea, Cardita imbricata, Carbula gallica, Turritella carinifera, Fusus Noæ etc., seinerseits Veranlassung nahm, sie in das Niveau von Chaumont, Damery etc. zu stellen.

Schon 1858 indessen hatte ich (Mayer, Versuch einer synchron. Tabelle der Tertiärform.) aus der grossen Zahl Arten der pariser „sables de Beauchamps“ (Bartonian), welche Bellardi von Nizza anführt und aus der auffallenden Uebereinstimmung der ganzen Fauna mit derjenigen des auch in stratigraphischer Beziehung mit dem Bartonian übereinstimmenden Nummuliten-Sandsteins des Niederhorn bei Thun, schliessen zu müssen geglaubt, dass auch jene Nummulitenschichten der Barton-Stufe angehören. Meine endlich ausgeführte eigene Untersuchung dieser Schichten und eines grossen Theiles ihrer Fauna erlaubt mir heute meine Ansicht auf's Bestimmteste festzuhalten.

Zu La Pallarée und La Fontaine du Jarrier, Gemeinde Blandasque, an der Tendastrasse, ruht auf dem Senonian (der weissen Kreide), worin Ananchites ovata und Micraster cor-anguinum nicht selten sind, ein scharf abgegrenztes, gelblich-graues, unten kalkiges, höher sandigmergeliges Gebilde, stellenweise voll kleiner Nummuliten (meist N. variolaria) und reich an Gasteropoden (besonders Turritella carinifera und T. meridionalis) und an Turbinoliden. Die Einheit und Untheilbarkeit dieses Gebildes springt in die Augen, da die petrographische Natur der Schichten und ihre Fauna sich von unten nach oben nur allmälig und theilweise ändern. Nicht nur aber besitzt das Ganze als häufige Arten eine Reihe nordbartonischer Leitmuscheln: Nummulina variolaria, Pectunculus deletus, Chama turgidula, Ch. fimbriata, Corbula ficus, Dentalium grande, Hipponix dilatatus, Serpulorbis cancellatus, Siliquaria multistriata, S. laevis, Rostellaria rimosa etc., sondern es wird durch eine überaus

grosse Anzahl häufiger Arten, welche der Südzone des Bartonian die Facies geben, d. h. für sie leitend sind: Trochocyathus cyclolithoides, Ostrea Archiaci, O. inscripta, O. Martinsi, Pecten Bellardii, P. montanus, P. parvicostatus, P. Thorenti, Modiola speciosa, Arca Bonellii, A. Vandenheckei, Stalagmium grande, Crassatella semicostata, Thracia Bellardii, Th. rugosa, Pholadomya Studeri, Solen rimosus, Siphonostenus spirulaeus (olim Serpula), Turritella carinifera, Pleurotomaria Deshayesi, Ficula helvetica, Rostellaria goniophora etc., mit den sicher bartonischen Gebilden der Thuner Voralpen und der Priabona-Gruppe des vicentinischen Beckens in Parallele gestellt.

Zu Blandasque gehen unsere Nummulitenschichten nach oben in hellere, petrefaktenleere Mergel über, welche wohl noch unter dem Flysche liegen, also oberbartonisch sind, während dieser, so viel ich sah, hier fehlt. Am Vorgebirge La Mortola hingegen werden diese Nummulitenschichten von typischem Flysche, mit Helminthoidea labyrinthica und Chondrites Targioni und intricatus, überlagert, während derselbe Flysch bekanntlich, nördlich von Genua, der obersten eocänen Stufe, dem Tongrian, als Basis dient.

Unter den geologischen Aufgaben, deren Lösung meinen Aufenthalt im ligurischen Apennin während des ganzen Aprils erforderte, war diejenige, in dieser Region dem Diablerets-Nummuliten-Kalk ähnliche oder identische Schichten zu finden, für mich die wichtigste, da die Anschauungen der HH. Hébert und Renevier über das Alter der oberen Nummuliten-Gebilde der West-Alpen seit fünfzehn Jahren mit der Meinigen

im Widerspruche stehen [1]). Bei meinem früheren Begehen des Bormida-Flussgebietes hatte ich zwar wohl die drei fast überall unterscheidbaren Unterabtheilungen des Tongrian erkannt, hier, als untere, die Nagelfluh-Massen mit Nummuliten-Zwischenlagen, grossen Corallen und Muscheln mit erhaltener Schale; als mittlere, die blaugrauen Mergel und Molassen, oft ebenfalls voll Nummuliten und Conchylien; und als obere Abtheilung, den weissen oder grauen Kalk, mit Pecten, Conoclypus und Nulliporen, der Umgegend der Bäder von Acqui; allein in keiner dieser drei Massen gelang es mir, einer die eigenthümliche Facies der Diablerets-Fauna wiedergebenden oder doch nachahmenden Petrefakten-Schicht zu begegnen. Diess Mal war ich so glücklich, im kleinen tongrischen Becken von S. Giustina ob Savona, das nur durch ein schmales, vor Sassello jetzt unterbrochenes Band mit den ausgedehnten tongrischen Schichten des Nordabhanges des Apennins zusammenhängt, ungefähr im oberen Drittel der Schichtenreihe, also wohl noch in der mittleren Abtheilung des Tongrian, einen kleinen Schichten-Complex aufzufinden, der nicht nur petrographisch durch seine dunklere Farbe und seine kalkigmergelige Natur an unser Alpen-Tongrian erinnert, sondern, wie kein zweites Gebilde, dieses paläontologisch nachahmt. Ueber mächtigen Schichten grauer Molasse-Mergel, stellenweise voll Natica crassatina, dieser Leitmuschel des Tongrian ganz Europa's, sah ich hier

[1]) Diese Herren stellen bekanntlich diese Gebilde in's Niveau des Gypses von Montmartre, d. h. in das Ligurian, während ich sie von jeher für tongrisch hielt.

nämlich, zu meiner immer grösseren Ueberraschung, zuerst eine Schicht voll Cerithium margaritaceum und C. plicatum, beide in den gleichen Varietäten wie auf den Diablerets, dann festere Bänke voll Natica crassatina, N. angustata (Delbosi), N. Picteti, Ostrea cyathula, Lucina Heberti, Cyrena semistriata, Cytherea incrassata; Tellina Nysti, Corbula Valdensis etc. und hierauf sandigere Schichten mit Cerithium margaritaceum, C. Diaboli, C. gibberosum und C. terebella, während ich, etwas höher, die Petrefakten-Region durch eine dünne Sandsteinplatte voll kleiner Nummulinen und Operculinen abgeschlossen fand. Dieser Schichten-Complex entspricht nun offenbar ganz den Diablerets-Conchylien-Schichten: denn erstens gehören alle wichtigeren der genannten Arten auch ihnen an; zweitens ist die Wiederholung der gleichen Faunen-Mischung in zwei verschiedenen Niveaux nach den bis jetzt geltenden Gesetzen der Arten-Entwicklung rein unmöglich und daher noch nirgends beobachtet worden [1]); drittens ist es speciell doch nicht denkbar, dass Cerithium Diaboli, dessen Entwicklung aus C. trochleare und C. conjunctum im mittleren Tongrian von Etampes Herr Hébert so schön nachgewiesen hat (Hébert et Renevier, foss. terr. num. sup., p. 37), sich in einem tieferen Niveau, wo C. conjunctum und C. trochleare noch niemals

---

[1]) Bekanntlich treten im Silurischen Böhmens die aus den sogenannten „Colonien" stammenden Arten in Gesellschaft einer Menge neuer Formen wieder auf. Ebenso verhält es sich mit den aus dem Parisian und Bartonian stammenden Arten der Diablerets-Fauna; sie sind nur die Ueberreste einer früheren Epoche, während die jüngeren Arten die neue bezeichnen.

gefunden worden, schon „tout fait“ vorfinde. C. Diaboli ist eine Leit-Muschel des Tongrian ganz Europa's; sein Vorkommen im oberen Nummuliten-Kalk der West-Alpen genügt daher eigentlich schon allein, um diesen als tongrisch zu bezeichnen.

Eine zweite Ueberraschung sollte mir aber mein Aufenthalt auf den Höhen ob Savona noch verschaffen: Wie bekannt, urgiren seit Jahrzehnden die Geologen Piemonts mit dem Anthracotherium magnum von Cadibona, um das ganze tongrische Nummuliten-Gebilde des ligurischen Apennins in das „Unter-Miocäne“, worunter sie sowohl das Tongrian als unsere aquitanische Süsswasser-Molasse und den „Calcaire de la Beauce“ verstehen, zu stellen. Wie gross war nun mein Erstaunen, als ich zu Cadibona, statt der erwarteten Nummuliten-Schichten, rothe Nagelfluh-Massen mit rothen und grünen Mergeln, kurz ein unserer ältesten Molasse ganz ähnliches Süsswasser-Gebilde fand! Dieses Gebilde gehört offenbar gar nicht zum Tongrian, von welchem es übrigens ringsum durch Jurakalk-Züge getrennt ist, sondern es beginnt mit ihm am Südfusse des ligurischen Apennins, wie mit dem marinen Sandstein mit Pflanzen-Fragmenten an dessen Nordfuss, jene Reihe obertertiärer Bildungen, deren fernere Ueberreste längs der Küste bei Finale (Langhian), Ceriale (Helvetian) und Albenga (Tortonian) angetroffen werden.

Nach einem kurzen Aufenthalt in der Gegend von Tortona, veranlasst durch die interessanten Brackwasser-Schichten des dortigen oberen Messinian, und nach einem Abstecher in's Piacentino, wohin das dringende Bedürfniss, unsere Sammlung „pliocäner“

Vorkommnisse zu vervollständigen, mich rief, dachte ich endlich, Mitte Mai, daran, den Rest meines Urlaubs dem Begehen des Vicentiner Gebietes zu widmen. Mit Hülfe des glücklicher Weise zu Hause angetroffenen bekannten Sammlers Meneguzzo, und Dank der freundlichen Einladung eines turiner Alpenklubbisten und Freundes der Geologie, seinen bereits für einige Tage bestellten Wagen mit zu benutzen, konnte ich in einer Woche alle Hauptfundorte und wichtigeren Profile der weiteren Umgebung von Vicenza besuchen und wenigstens genügend ausbeuten, um mit Zuziehung der von Meneguzzo acquirirten Sammlungen und der mitgenommenen Litteratur (Hébert, Note sur le terrain nummulitique de l'Italie septentrionale, 1866, Meneguzzo, Stratigrafia della provincia Vicentina, 1868, und Suess, über die Gliederung des Vicentinischen Tertiär-Gebirges, 1868) mir ein auf eigener Anschauung gegründetes Urtheil über das Alter und die Reihenfolge der meisten der in diesem grossen Gebiete zu unterscheidenden Tertiär-Stufen zu bilden.

Indem ich nun die untersttertiären Gebilde des oberen Vicentino übergehe. deren Einreihung in Folge ihrer Petrefakten-Armuth meist noch nicht gelungen ist, wende ich mich sogleich an jene Schichtencomplexe, welche für den Schweizer Geologen, wegen ihrer mehr oder weniger genauen Uebereinstimmung mit unseren verschiedenen Nummuliten-Gebilden, von besonderem Interesse sind.

Die untersten tertiären Schichten des vicentiner Beckens, deren Alter mit aller wünschbaren Sicherheit bestimmt ist, sind einerseits der weisse Borelis- (olim Alveolinen-) und Cerithien-Kalk des Monte

Postale bei Chiampo und andererseits der grüne Tuff von S. Giovanni Ilarione im Alpone-Thal. In der That lässt das Vorherrschen darin von Arten des Pariser Grobkalkes und das Auftreten nicht weniger, welche für dessen untere Hälfte bezeichnend sind, wie Nummulina laevigata, Cardita imbricata, Lucina gigantea, Natica cepacea, Cerithium giganteum, C. Parisiense, Fusus Noae, Voluta mitrata etc., in Verbindung mit dem massenhaften Auftreten der Borelis, welche ebenfalls die mittleren Schichten des Pariser Grobkalkes durch ihre Häufigkeit bezeichnen, unschwer ihre Zugehörigkeit zum Parisian I. erkennen.

Auffallender Weise aber zeigt sich die paläontologische Aehnlichkeit dieser zwei Lager mit den durch ihre Fauna ebenfalls als Parisian I. bezeichneten Nummuliten-Grünsand der Ost-Schweiz (s. Verhandl. d. schweiz. naturf. Gesellsch. in Einsiedeln, 1868) bis anhin nur als eine mässig grosse, und es tritt hier der Fall ein, dass drei gleich alte, aber durch grössere Festlandgebiete getrennte Meeres-Faunen je zu zwei eine Anzahl Arten gemein haben, welche der dritten fehlen. Es ist diese Vertheilung der Arten nach meinem Dafürhalten eine zufällige, d. h. nicht in chronologische Unterschiede gegründet, und ich möchte sie einfach mit der Verschiedenheit der Lebensbedingungen in den drei Becken und mit den häufigen kleinen Küstenveränderungen erklären, welche den Arten nicht Zeit liessen, sich längs der entwickelten Küsten in die für sie entfernteren Theile der damaligen europäischen Meere wechselseitig zu verbreiten.

Ueber dem unteren Parisian, das hier, wie bei Paris, in eine Anzahl kleinerer Unter-Abtheilungen

zerfällt, folgen, im oberen Vicentino, verschiedene Basalt-Ströme und Tuffe, welchen stellenweise Lignite und Süsswasser-Kalk untergeordnet sind, so zu Ronca, Muzzolono, Altissimo, Monte di Malo etc. Dieser neue Complex kommt hier ganz erwünscht, um die Stelle des Pariser oberen Grobkalkes (Parisian II.) einzunehmen, und jedenfalls gehören die authentischer Weise zwischen dem Borelis-Kalk und der folgenden Abtheilung eingekeilten, basaltischen Tuffe und Lignite, z. B. diejenigen von Muzzolone, bestimmt in dieses obere Niveau.

Die nun folgende Abtheilung, die Priabona-Gruppe, ist die für die Klassifikation der Nummuliten-Stufen Süd-Europa's wichtigste von allen, denn, Dank ihrer Lagerung in der Mitte der Serie, d. h. über dem Parisian und unter den Schichten, deren genaues Alter ebenfalls festgesetzt ist, kann sie als Typus gelten, um welchen sich alle jene vereinzelten oder noch nicht unterschiedenen Glieder der südlichen Eocän-Reihe, welche mit ihm in paläontologischer Beziehung übereinstimmen, als Zone und zwar als Südzone des Bartonian schaaren.

Ob der Basalttuff von Priabona, mit dem riesigen Cerithium Meneguzzoi, den ich auch von Nizza kenne, und den bereits eine marine Fauna begleitet, schon in's Bartonian als erste Abtheilung, gleich Auvers, hingehört, werden wohl bald genauere Vergleichungen ergeben. Jedenfalls aber ist diess mit der nun folgenden Hauptmasse der Gruppe der Fall. Diese, ähnlich wie bei Nizza, unten aus bräunlichem, oft sandig-mergeligem Kalke und oben aus blauen, meist wenig harten Mergeln gebildet, zeigt sich als ausser-

ordentlich reich an leider nicht immer gut erhaltenen Petrefakten, und es ist für den Geologen, der schon auf dem Niederhorn, an den Ralligstöcken und um Nizza gesammelt, ein doppelter Genuss, hier im Vicentino, in fast jedem Stück einen alten Bekannten wiederzufinden. Als solche an den genannten Fundorten und meist auch zu Reit-im-Winkel und im Elend-Graben bei Reichenhall vorkommenden, häufigeren Arten der Priabona-Gruppe kann ich citiren, ausser den schwer bestimmbaren Nummulinen: Operculina ammonea, Hymenocyclus parmula, H. furcatus, H. stellaris, H. patellaris, Schizaster rimosus, Eupatagus ornatus, Ostrea Archiaci, O. inscripta, O. Martinsi, Plicatula Caillaudi, Pecten Bellardii, P. montanus, P. Thorenti, P. subtripartitus, Vulsella falcata, Arca Bonellii, A. Caillaudi, A. Vandenheckei, Pholadomya Puschi, Ph. Studeri, Thracia rugosa, Th. Bellardii, Solen rimosus, Siphonostenus spirulaeus, Turritella bartoniana, T. carinifera, Pleurotomaria Deshayesi, Ficula helvetica, Rostellaria goniophora, Voluta costata etc. Es ist aber diese grosse Faunen-Uebereinstimmung, besonders mit Rücksicht auf den gleichmässigen Häufigkeitsgrad der meisten Arten an allen genannten Fundorten, unmöglich eine zufällige, sondern sie muss als voller Beweis der Gleichaltrigkeit dieser angenommen werden.

Bekanntlich zerfällt das nordische Bartonian in zwei Haupt-Niveaux, welche von Herrn Hébert zuerst in den pariser, englischen und belgischen Becken auseinander gehalten worden sind. Gleich nun wie, in der Pilatus-Kette und bei Nizza, unterscheidbare Schichten vorhanden sind, denen das obere Ni-

veau des Bartonian angewiesen werden muss, kommt auch überall im Gebiet von Vicenza eine leicht kenntliche Abtheilung vor, welche kaum anderswo denn hier untergebracht werden dürfte. Es ist diess jener blaue Mergel über den Priabona-Schichten, welcher sich durch seinen ganz ausserordentlichen Reichthum an Bryozoen-Stämmchen auszeichnet und der daneben nicht selten Terebratulina tenuistriata, aber auch Pecten, Spondylen und stellenweise (so bei S. Gottardo) noch die Nummulinen und Hymenocyclen der tiefern Lagen enthält. Stimmt in der That dieser Bryozoen-Mergel petrographisch und zum Theil paläontologisch mit seiner Unterlage noch überein, so ist es um so wahrscheinlicher, dass er mit ihr in eine Stufe gehört, als die folgende Hauptabtheilung durch einen anderen petrographischen Charakter und eine ganz verschiedene Verbreitungsart sich von Beiden unterscheidet.

Während die vorhergehende Abtheilung, die wir die Chiampo-Gruppe nennen wollen, weil fast ihr ganzer Complex in der Umgegend dieses Dorfes beisammen vorkömmt, auf das obere Vicentino und, in schwacher Entwicklung, auf das Südende der Berischen Berge beschränkt ist, gewinnt die Priabona-Gruppe bereits eine grössere Verbreitung. Sie findet sich in der That mächtig und breit nicht nur im Norden (um Malo und Priabona) und im Süden, längs des Randes des Berischen Gebirges, sondern auch in der Mitte des Beckens, weit um Montecchio-maggiore und um Brendola herum, und Spuren davon sollen sich bis in das Morasticano, fern im Nordosten von Vicenza, verfolgen lassen, wo sie der folgenden Gruppe als Basis dienen. (Meneguzzo, Stratigr. prov. Vinc., S. 19, Nr. 33.)

Die Laverda-Gruppe fehlt im eigentlichen Gebiet von Vicenza, oder sie ist auf dünne, nach Süden sich auskeilende Schichten von Sandstein und Nagelfluh im Gebiete von Priabona beschränkt, denn Meneguzzo kennt sie nicht und zweifelte daran, dass ein Gerölle-Block, den wir an der Strasse unfern südlich von Priabona sahen, diesem Niveau und dieser Gegend angehöre; und bei Monte Viale und oberhalb Creazzo, wo Hr. Suess sie gesehen haben will, fanden wir nur mittel- und ober-tongrische Schichten über dem Thal-Niveau. Desto verbreiteter ist, nach Hrn. Suess, diese Abtheilung im Gebiete von Marostica, wo sie durchweg aus sandhaltigen Gesteinen besteht und eine grosse Mächtigkeit zu erreichen scheint. Indem ich die von Hrn. Suess hierher gezählten Tuff-Schichten des Niveau von Sangonini für bestimmt tongrisch halte, kann ich im Uebrigen dem Wiener Geologen nur beipflichten, wenn er die Hauptmasse dieser Gruppe mit dem Flysche vergleicht. Ja in der That muss, bei der gegebenen Lagerung zwischen Bartonian und Tongrian, die Laverda-Gruppe dem eigentlichen Flysche entsprechen, und was Hr. Suess von ihrer petrographischen Beschaffenheit und von der Uebereinstimmung gewisser ihrer Schichten mit dem typischen Flysche sagt, ist ein fernerer Beweis dieser Gleichaltrigkeit.

Als untere Partie des dreitheiligen Tongrian, d. h. als gleich alt wie Lesbarritz und die Conglomerate des ligurischen Apennin, betrachte ich den conchylienreichen Tuff von Sangonini bei Lugo und Soglio di Brin bei Salcedo, den ich von letzterem Orte aus einer reichen Fauna kenne. Mögen auch nicht wenige Arten

dieses Niveau's in Nord-Europa schon früher auftreten, wie z. B. Macrosolen Hollovaysi (olim Sanguinolaria), Natica spirata, Rostellaria ampla, Cassidaria ambigua, Voluta elevata, so ist doch der bei weitem grössere Theil der Fauna ächt südtongrisch und ich brauche nur die häufigsten ihrer Arten zu nennen, um zugleich diejenigen von Lesbarritz und von Cassinelle und Dego zu citiren. Diese Arten nämlich sind: Ostrea cyathula ?, Pecten (Neithea) arcuatus, Arca Sandbergeri, Cardium anomale, C. fallax ?, Cytherea incrassata, C. intermedia, C. Sismondaei, C. splendida, Venus Aglaurae, Turritella strangulata, T. planispira?, Turbo multicarinatus, Natica crassatina, N. gibberosa, Cerithium Charpentieri, Fusus subcarinatus, Ficula condita, Conus Grateloupi, Strombus lentiginosus, Buccinum Caronis, Ancillaria glandiformis var. tongriana, Cypraea splendens und Voluta subambigua.

Dass die Schichten von Castelgomberto, Monte Viale, Montecchio-maggiore, S. Lorenzo etc. die Hauptmasse des vicentinischen Tongrian ausmachen, ist heutzutage allgemein anerkannt. Dieser Schichtencomplex erweist sich nun aber so mächtig und verbreitet, dass er, wie man schon an dem grossen lithographirten Profile, den Meneguzzo herausgegeben, ersieht, volle fünf Sechstel des geologischen Gebietes des Vicentino einnimmt. Kein Wunder daher, wenn diese Gegend lange Zeit für ganz tongrisch gehalten worden ist.

Als oberste Abtheilung der vicentinischen Tertiärgebilde ruht, an vielen Punkten der dortigen Bergregion, auf den Schichten von Castelgomberto, in concordanter Lagerung, eine kleine Serie von Schichten

von eigenthümlicher Facies, deren Deutung, nach meiner Ansicht, bis anhin nicht die richtige war. Es sind diess die Schichten von Schio Hrn. Suess' oder das „Miocäne“ des Hrn. Dr. Fuchs und der Geologen Vicenzas. Ich sah diese Abtheilung sowohl bei Creazzo und Monte Viale, als unweit Tiene, an der Grenze des Marosticano, und schon bei ihrem ersten Anblick, zu Tiene, wurde ich an den Nulliporen-Kalk von Monte Cavatore bei Acqui erinnert. Als ich aber, bei Creazzo, das massenhafte Auftreten von Pecten deletus (nicht P. Haueri) und Cytherea incrassata gewahrte, zweifelte ich nicht mehr daran, das obere Tongrian vor Augen zu haben, denn es sind just die vielen Nulliporen und die zahlreichen Exemplare von Pecten deletus, wodurch sich dieses bei Acqui auszeichnet. Uebrigens ist die übrige Faunula dieser Schichten, soweit sie annoch bekannt ist, theils ihnen eigenthümlich, theils schon aus dem Tongrian bekannt, und ich kann z. B. Scutella subrotunda als sehr häufig im Tongrian von Dego, Clypeaster placenta als auch dort vorkommend, Lucina globulosa als tongrisch von Gaas, Turritella Sandbergeri als zu Dego und Cassinelle schon vorkommend, citiren.

Der Kalk von Acqui nun, mit dem diese oberste Abtheilung des vicentinischen Tertiären identisch zu sein scheint, ist bestimmt noch tongrisch, denn er führt nicht selten kleine Nummuliten und er bildet, zwischen Monte Cavatore und Acqui, eine Art ungleichrandigen Beckens, in welchem die mächtigen Sandsteine mit Pflanzentrümmern, welche das Aquitanian ersetzen, sich abgelagert haben, während der Pteropoden-Mergel, das Langhian, erst drüber folgt.

Andrerseits ist die weisse, späthige Varietät dieses Kalkes, wie sie bei den Bädern von Acqui gebrochen wird, mit dem Kalke von Gassino bei Turin identisch. Dieser seinerseits bildet die Unterlage der Nagelfluhmassen der Superga, deren aquitanisches Alter unzweifelhaft ist, da sie durch die Pteropoden-Mergel von den helvetischen Petrefakten-Schichten getrennt sind. Wir haben daher bereits in drei Gegenden Oberitaliens eine „Zone“ oder, richtiger gesagt, ein Niveau, welches dem Sande von Ormoy und dem Sandsteine von Fontainebleau, dem Septarienthone Norddeutschlands und Belgiens und den Fischschiefern und Mergeln des Nordfusses der Karpathen, der Alpen und des Rheinthales entspricht. Und dann fällt auch hier, wie überall in Europa, ausser im kleinen norddeutschen Becken, die scharfe Grenzlinie, welche die Haupthebung der Alpen gezogen hat, über dem Tongrian, das noch eocän oder untertertiär ist und unter dem Aquitanian, mit welchem die lange Reihe der obertertiären oder neogenen Bildungen beginnt.

Ueber das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation.

Von

Heinrich Schneebeli.

Die grosse Wichtigkeit der Elasticitätstheorie sowohl für die wissenschaftliche Physik, als auch für die technischen Anwendungen derselben, hat schon seit ihrem Entstehen die Aufmerksamkeit der bedeutendsten Mathematiker und der geübtesten Physiker auf sich gezogen. Die Elasticitätstheorie ist eine Schöpfung unsers Jahrhunderts; sie ist in dieser relativ kurzen Zeit zu einer solchen Vollkommenheit gelangt, dass sie jetzt als eine für sich vollständig abgeschlossene Disciplin gilt. Alle Fragen, die sich in derselben stellen lassen, sind sowohl auf theoretischem Wege, als auch durch experimentelle Untersuchungen entweder vollständig gelöst, oder doch wenigstens ihrer Lösung näher geführt worden.

Dem experimentellen Theil kommt in dieser Hinsicht in erster Linie zu, die Constanten, welche in die Formeln und Ausdrücke der Theorie eingehen, durch gut gewählte Methoden zu einer so grossen Genauigkeit, als es ihre Bedeutung erfordert, zu bestimmen.

Eine der wichtigsten Constanten in der Elasticitätstheorie ist wohl das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation; man ist daher auch schon seit lange bemüht gewesen, dasselbe numerisch fest-

zustellen. Wenn man nämlich einen homogen elastischen Stab in seiner Längsrichtung ausdehnt, so erleiden zugleich seine Querdimensionen eine Contraction und zwar wird diese Quercontraction für jede Ausdehnung innerhalb der Elasticitätsgrenze in einem constanten Verhältniss zu derselben stehen. Dass wirklich eine Contraction der Querdimensionen bei einem Stabe, der einem Zug unterworfen wird, statt hat, ist wenigstens qualitativ durch directe Versuche von Cagniard-Latour und Werthheim festgestellt.

Bezeichnet man mit l die Länge eines cylindrischen Stabes, der nach allen Richtungen dieselbe Elasticität besitzt, mit r seinen Radius, so ist sein Volumen
$$v = r^2 \pi l.$$

Nach der Dilatation sei seine Länge $l(1 + \delta)$ und wenn wir mit α das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation bezeichnen, so ist nunmehr sein Radius $r' = r(1 - \alpha\delta)$ und daher sein neues Volumen
$$v' = r^2 \pi l (1 + \delta)(1 - \alpha\delta)^2.$$
Da aber die Dilatationen immer innerhalb der Elasticitätsgrenze liegen sollen, muss δ eine sehr kleine Grösse sein, und wir dürfen daher ohne Weiteres höhere Potenzen von δ vernachlässigen und erhalten so
$$v' = r^2 \pi l [1 + (1 - 2\alpha)\delta].$$
Durch die Dilatation ist also das Volumen geändert worden im Verhältniss von
$$1 : [1 + (1 - 2\alpha)\delta].$$

Es haben nun sowohl die Versuche Cagniard-Latour's, als auch diejenigen Werthheim's, das Resultat geliefert, dass bei einer Dilatation eine Vermehrung des Volumens des Stabes eintrete, d. h. dass

$$1 - 2\alpha > o \qquad \text{oder} \qquad \alpha < \frac{1}{2},$$

die beiden Grenzen, zwischen denen also α schwanken kann, sind $o < \alpha < \frac{1}{2}$.

Dieses Resultat war bereits vorhanden, bevor eine eigentliche Theorie der Elasticität bestand. Nachdem dieselbe durch die classischen Arbeiten von Poisson, Cauchy etc. geschaffen worden war, wurde auch dieser Constanten, die in die meisten Formeln der Theorie eingeht, mehr Beachtung geschenkt, und es eröffneten sich aus der Theorie neue Wege und Methoden, mit denen dieselbe numerisch bestimmt werden konnte.

Poisson[1]) fand durch theoretische Betrachtungen, dass das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation für alle elastischen Körper ein constantes sei und dass dieselbe betrage

$$\alpha = \frac{1}{4}\delta.$$

Dieser theorisch gefundene Werth stimmt wirklich ausgezeichnet mit dem schon erwähnten Versuche Cagnard-Latour's, den ich hier kurz beschreiben will. Er senkte einen 2,03 Meter langen Messingdraht bis auf den Boden einer mit Wasser gefüllten Röhre und zog denselben wieder um 6 Mm. heraus, das Wasser fiel um 5 Mm.; hierauf befestigte er den Draht am Boden und dehnte ihn um 6 Mm. aus, das Wasser fiel nun um 2,5 Mm.; hieraus berechnete Poisson[2]) den Werth der Quercontraction zur Län-

---

[1]) Mémoires de l'Institut de France, tome 8.

[2]) Annales de chimie et de physique, tome 26. — Es kann mir nicht besser gelingen, die Einwände gegen diese Bestimmung und

gendilatation zu $\alpha = \frac{1}{4}\delta$. Dieser Werth blieb nun eine geraume Zeit unangefochten bestehen, bis Werthheim in einer ganzen Reihe von Abhandlungen in dieser Hinsicht wesentlich neue Gesichtspunkte aufstellte. Durch theoretische Betrachtungen findet er den Werth dieses Verhältnisses zu $\alpha = \frac{1}{3}\delta$.

Die Resultate, die Werthheim aus seinen experimentellen Untersuchungen zieht, schliessen sich zum grössten Theile den theoretischen Berechnungen an, freilich lassen sich denselben auch bedeutende Einwände entgegenhalten, die ich am geeigneten Orte anführen werde.

Werthheim benutzte zur experimentellen Bestimmung dieses Verhältnisses wesentlich zwei Methoden, nämlich, wie ich früher schon erwähnte, eine directe und dann noch eine indirecte.

Die directe Methode besteht darin, dass er die Volumenveränderung eines gezogenen Körpers bestimmt. Eine cylindrische Röhre, die an einem Ende

---

vorzugsweise gegen die Consequenzen, die daraus gezogen worden sind, zusammenzufassen, als mit den Worten Werthheim's: „Ce procédé serait suffisamment exact, s'il ne s'agissait que de vérifier s'il y a réellement un changement de volume et dans quel sens il a lieu; mais il ne paraît pas l'être assez pour en donner une mesure précise. — En effet, le tube ayant un diamètre plus grand que le fil, les petits changements de volume qu'éprouve ce dernier se mesurent au moyen de changements de niveau plus petits encore. — Enfin il est impossible d'allonger un fil de laiton de 3 millimètres par mètre, sans que ce fil subisse des allongements permanents assez notables, tandis que la loi ne s'applique qu'aux allongements ou raccourcissements purement élastiques.“ (Ann. de chimie et de phys., tome 23, page 53.)

eine Capillarröhre trägt, wird mit einer Flüssigkeit gefüllt und dann einem Zug unterworfen. Die Aenderung des Volumens, die die Röhre durch die Dilatation erleidet, wird an dem Capillarrohre abgelesen und daraus das obige Verhältniss bestimmt.[1])

Die zweite Methode, die Werthheim zur Bestimmung dieser Constanten anwandte, besteht kurz darin, dass er das Verhältniss der Schwingungszahlen des Longitudinal- und des Torsionstones des elastischen Stabes feststellte und hieraus nach den Formeln der Elasticitätstheorie das α berechnete. Da die Methode, die ich zu meinen Bestimmungen benutzt habe, auf demselben Principe beruht, habe ich diese Uebergangsrechnung dort ausgeführt. Das Verhältniss der Schwingungszahlen des Longitudinal- und des Torsionstones erhielt Werthheim vermittelst des Sonometers, d. h. er passte zwei Saiten so ab, dass sie genau denselben Ton gaben, wie die respectiven Töne des untersuchten Stabes.[2])

Mit dieser letzteren Methode haben auch schon früher Chladni und Savart Bestimmungen dieser Art ausgeführt und zwar fand Chladni einen wesentlich kleinern Werth, den er aber jedenfalls nur als approximativ hinstellt; hingegen fand Savart ein Resultat, das sich mehr den Bestimmungen Werthheim's nähert.

---

[1]) Annales de chimie et de physique, t. 50.

[2]) Annales de chimie et de physique, t. 50 und Mémoires de l'académie, t. 8. In Comptes-rendus, t. 28, gibt de Saint-Venant eine Uebersicht der numerischen Resultate der ältern Bestimmungen, wie sie Chladni und Savart fanden.

Allen diesen Bestimmungen lässt sich jedoch der Einwand entgegenhalten: Die eine Hauptbedingung, auf welche doch sämmtliche Versuche basiren, dass nämlich der untersuchte Stab ein elastisch-homogener Körper sei, ist bei allen Beobachtern entweder gar nicht oder nur theilweise erfüllt, denn ein gewöhnlicher Eisenstab, eine gezogene Messingröhre etc., erfüllen jedenfalls diese Bedingung nicht.

Ferner ist die indirecte Methode, wie sie Wertheim, Chladni und Savart benutzten, keine so präzise, als es hier gefordert werden muss. Das Sonometer ist nicht zu so genauen Messungen fähig, wie sie zu diesem Zwecke nöthig sind, denn, wie ich später zeigen werde, haben schon kleine Fehler in der Bestimmung des Verhältnisses der beiden Schwingungszahlen einen bedeutenden Einfluss auf den Werth des Verhältnisses der Quercontraction zur Längendilatation.

Schon frühe ist auch erkannt worden, dass die Annahme einer Constanz dieses Verhältnisses für alle elastischen Körper sich wohl durch genauere Versuche nicht bestätigen, sondern dass dasselbe bei verschiedenen Materien sich auch verschieden herausstellen werde. Schon Lamé[1]) spricht sich in dieser Hinsicht folgendermassen aus: Mais il peut se faire que le rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ ne soit ni égal à l'unité ni égal à 2 et qu'il varie d'un corps à un autre.[2])

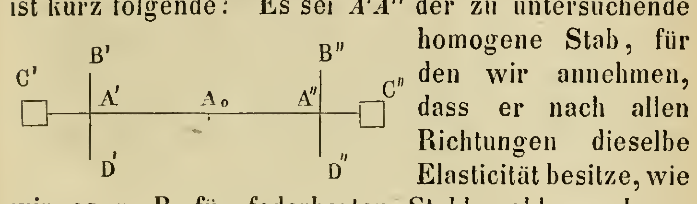
---

[1]) Lamé, théorie de l'elasticité des corps solides, p. 76.

[2]) Zum bessern Verständniss muss ich folgende Bemerkung beifügen: Lamé führte in seiner Elasticitätstheorie an Stelle von α

Eine definitive Erledigung fand diese Frage nicht, bis Kirchhoff in seiner ausgezeichneten Abhandlung (über das Gleichgewicht und die Bewegung eines unendlich dünnen Stabes; Crelle's Journ. f. Mathematik, Bd. 56) eine neue Methode begründete, die er in der Folge benutzte, das obige Verhältniss zu bestimmen.

Die Methode, welche Hr. Kirchhoff anwandte, ist kurz folgende: Es sei $A'A''$ der zu untersuchende homogene Stab, für den wir annehmen, dass er nach allen Richtungen dieselbe Elasticität besitze, wie wir es z. B. für federharten Stahl wohl annehmen dürfen.



In A_0 ist der Stab horizontal befestigt und trägt am freien Ende einen nahezu horizontalen Spiegel C'; in A' ist an dem Stabe ein Arm $B'D'$ senkrecht zu demselben angebracht. Ueber dem Spiegel befindet sich eine Scale, die aus zwei Systemen sich senkrecht schneidender Linien besteht, von denen das eine parallel der Längsrichtung des Stabes geht. In einem Fernrohr beobachtet man das Bild dieser Scala, das von dem Spiegel reflectirt wird.

---

zwei Constanten λ und μ ein, die folgendermassen mit der Grösse α zusammenhängen:

$$\alpha = \frac{\frac{\lambda}{\mu}}{\alpha\left(\frac{\lambda}{\mu} + 1\right)}.$$

Nach Poisson wäre also $\frac{\lambda}{\mu} = 1$

und nach Werthheim $\frac{\lambda}{\mu} = 2.$

Wenn man nun in B den Querarm belastet, so wird der Stab sowohl gebogen, als auch tordirt werden; die Grösse dieser Biegung und Torsion kann vermittelst des Fernrohres an der Scala abgelesen werden und aus diesen beiden Grössen, der Belastung und den Längen $A_0 A_1$ und $A'B'$, berechnet sich nach den Formeln, die Kirchhoff aufgestellt hat, sehr leicht das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation. Die Stäbe, die Hr. Kirchhoff einer Untersuchung unterworfen hat, sind Stäbe von federhartem Stahl von etwa 2,85 Millim. Durchmesser und etwa 300 Millim. Länge und annähernd kreisförmigem Querschnitt. Für die Stäbe findet er:

Nr. 1	$\alpha = 0{,}293$
Nr. 2	$\alpha = 0{,}295$
Nr. 3	$\alpha = 0{,}294$
Im Mittel	$\alpha = 0{,}294.$

Hr. Kirchhoff hat auch noch einen Messingstab von ungefähr denselben Dimensionen untersucht und bei diesem für das gesuchte Verhältniss gefunden

$$\alpha = 0{,}387.$$

Er fügt aber selbst hier bei: „Diese Zahl hat sicher nicht die Bedeutung, die ich der entsprechenden bei den Stahlstäben geglaubt habe beilegen zu dürfen, weil die Elasticität des gezogenen Messingdrahtes sicher in der Richtung der Axen eine andere ist, als in andern Richtungen."

Einige Jahre später wurden diese Versuche mit wesentlich derselben Methode von Herrn Okatow[2])

[1]) Kirchhoff, Pogg. Ann., Bd. 108.

[2]) Pogg. Ann., Bd. 119.

wieder aufgenommen und mit mehr Mannigfaltigkeit durchgeführt. Hr. Okatow untersuchte nicht nur Stäbe von federhartem Stahl, sondern auch von ganz gewöhnlichem und weichem ausgeglühtem Stahl; ferner variirte er auch mit dem Querschnitt, indem er nicht nur runde, sondern auch parallelepipedische Stäbe zu seinen Versuchen benutzte. Es sei mir erlaubt, einige numerische Resultate, zu denen er gelangt, hier mitzutheilen:

Resultate der Bestimmungen Okatow's:

Art und Zustand des Stabes.	Stricknadel-Stäbchen.	Englischer Stahl.	Hunstman'scher viereckiger Stahl.
Ursprünglicher, wie ihn die Fabrik liefert	$\alpha = 0{,}275$	$\alpha = 0{,}299$	$\alpha = 0{,}398$
In Oel gehärtet . .	$\alpha' = 0{,}294$	$\alpha' = 0{,}319$	$\alpha' = 0{,}398$
Ausgeglüht und allmählig abgekühlt .	$\alpha'' = 0{,}304$	$\alpha'' = 0{,}328$	$\alpha'' = 0{,}398$

Die Schlüsse, die Okatow aus seinen Versuchen zieht, sind im Wesentlichen folgende:

1) Die Werthe von α sind sowohl für verschiedene Stahlarten von demselben Zustand, wie auch für verschiedene Zustände einer und derselben Stahlart verschieden;

2) bei dem ausgeglühten weichen Stahl derselben Art ist der Werth von α unabhängig von den Dimensionen des Querschnittes des Stabes;

3) der Werth von α nach dem Durchziehen des Drahtes ist kleiner als vor demselben, worauf man auch durch leichte Betrachtungen geführt wird;

4) die plötzliche Abkühlung des rothglühenden

Stabes übt eine ähnliche Wirkung auf die Zahl α aus, wie das Durchziehen desselben durch einen Drahtzug, aber in einem schwächern Grade.

Durch diese neueren Versuche sind also die Vermuthungen, die schon früher gehegt worden sind, vollkommen bestätigt. Wir dürfen die Resultate derselben als massgebend ansehen, denn die Methode leidet nicht an den Uebelständen der frühern Methoden, dass nämlich die Formveränderungen aus den von der Theorie gesetzten Grenzen herausgehen, wie so zahlreiche Controllexperimente beweisen; ferner genügen auch die verwendeten Substanzen jedenfalls ziemlich nahe den theoretischen Anforderungen; wir dürfen daher auch die numerischen Resultate als annähernd richtig ansehen.

Dessenungeachtet ist es doch immer von Interesse, zu prüfen, ob auch durch eine andere, ganz fundamental verschiedene Methode dasselbe erhalten werde oder nicht, da ja dadurch das vorhandene nicht nur bestätigt, sondern auch die Grundlage, auf der diese neue Methode basirt, eine Bestätigung erhält.

Eingangs dieser Arbeit habe ich erwähnt, dass sich das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation bestimmen lasse, indem man nur experimentell feststellt das Verhältniss der Schwingungszahlen des Longitudinal- und des Transversaltones des zu untersuchenden Stabes. Ich will nun hier versuchen, den Zusammenhang dieser beiden Werthe darzuthun.

Bezeichnen wir mit

t_{11}, t_{22}, t_{33} die Normalkräfte, die per Flächeneinheit auf die Begrenzungsflächen eines Prisma's wirken und zwar resp. in der Richtung der u, v, w Kante;

ferner mit $\frac{du}{dx}$, $\frac{dv}{dy}$, $\frac{dw}{dz}$ die Verschiebungen der Kanten in der Richtung der Axen, die durch diese Kräfte hervorgebracht werden;

mit ϑ die Summe der Verschiebungen in der Richtung der 3 Axen, also $\vartheta = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}$;

E den Elasticitätscoëfficienten;

α das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation,

so haben wir für das Gleichgewicht sowohl, als für die Bewegung folgende Gleichungen: [1])

$$1)\quad \begin{cases} t_{11} = \frac{E}{1+\alpha}\left(\frac{du}{dx} + \frac{\alpha}{1-2\alpha}\vartheta\right) \\ t_{22} = \frac{E}{1+\alpha}\left(\frac{dv}{dy} + \frac{\alpha}{1-2\alpha}\vartheta\right) \\ t_{33} = \frac{E}{1+\alpha}\left(\frac{dw}{dz} + \frac{\alpha}{1-2\alpha}\vartheta\right) \end{cases}$$

Lamé findet für diesen Fall ganz dieselben Gleichungen, nur hat er an Stelle von α andere Constanten, λ und μ, eingeführt; es lauten die entsprechenden Lamé'schen Gleichungen: [2])

$$2)\quad \begin{cases} N_1 = \lambda\vartheta + 2\mu\frac{du}{dx} \\ N_2 = \lambda\vartheta + 2\mu\frac{dv}{dy} \\ N_3 = \lambda\vartheta + 2\mu\frac{dw}{dz} \end{cases}$$

Es hält nun nicht schwer, zwischen den Constanten λ und μ, wie sie Lamé braucht, und unserer Grösse α eine Relation herzuleiten.

---

[1]) Clebsch, Theorie der Elasticität fester Körper, p. 48.

[2]) Lamé, théorie de l'elasticité des corps solides, p. 157.

Damit nämlich die Gleichungen (1) und (2) identisch sind, müssen sowohl die Coëfficienten von ϑ, als auch diejenigen der Differentialgleichungen einander gleich sein, also:

$$2\mu = \frac{E}{1+\alpha}$$

$$\lambda = \frac{E}{1+\alpha} \cdot \frac{\alpha}{1-2\alpha}$$

Durch Division kommt:

$$\frac{2\mu}{\lambda} = \frac{1-2\alpha}{\alpha}$$

und hieraus ergiebt sich:

$$\text{I.} \qquad \alpha = \frac{\frac{\lambda}{\mu}}{2\left(\frac{\lambda}{\mu}+1\right)}$$

Diess ist nun die Relation, die zwischen den Grössen α, λ und μ stattfindet und es handelt sich nun nur noch darum, das Verhältniss $\frac{\lambda}{\mu}$ zu bestimmen.

Die Elasticitätstheorie liefert für die Schwingungszahlen des Longitudinal- und des Torsionstones von Stäben folgende Ausdrücke: [1])

$$n_l = \frac{1}{4l}\sqrt{\frac{Eg}{d}}$$

$$n_t = \frac{1}{4l}\sqrt{\frac{\mu}{\varrho}}$$

worin bedeuten:

n_l die Schwingungszahl des Grundtones der Longitudinalschwingungen eines Stabes;

n_t diejenige des Torsionstones desselben schwingenden Systems;

---

[1]) Beer, Theorie der Elasticität, p. 89—103.

l die Länge des schwingenden Stabes;
E den Elasticitätscoëfficienten;
g die Acceleration der Schwere;
μ die Lamé'sche Constante;
d das specifische Gewicht des Stabes;
ϱ die Massendichtigkeit, also:

$$\varrho = \frac{d}{g}$$

Durch Division der beiden Gleichungen erhält man:

$$\frac{n_l}{n_t} = \sqrt{\frac{E}{\mu}}$$

Nun ist aber der Elasticitätscoëfficient E durch folgende Gleichung durch die Constanten λ und μ definirt:

$$E = \frac{3\lambda + 2\mu}{1 + \frac{\lambda}{\mu}}$$

daher:

$$\frac{n_l}{n_t} = \sqrt{\frac{3\lambda + 2\mu}{\mu + \lambda}} = k$$

und hieraus bestimmt sich nun das gesuchte Verhältniss

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{k^2 - 2}{3 - k^2}$$

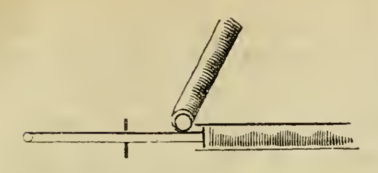
Kennt man also k, d. h. das Verhältniss der Schwingungszahlen des Longitudinal- und des Torsionstones ein und desselben Stabes, so kann man sofort die Grösse $\frac{\lambda}{\mu}$ nach II. bestimmen und dann nach I. das gesuchte Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation. Der Bequemlichkeit wegen können wir noch I. und II. verbinden und erhalten so folgenden sehr einfachen Ausdruck für α:

III. $$\alpha = \frac{k^2 - 2}{2}$$

Man ersieht schon aus diesem Ausdruck für die Grösse α, dass man auf diesem Wege nur durch eine wirklich genaue Methode auf gute Werthe von α gelangen kann; da nämlich die experimentell zu ermittelnde Grösse k im Quadrate vorkommt und also nur kleine Fehler in deren Bestimmung einen bedeutenden Einfluss auf das Resultat ausüben werden. Die folgenden Bestimmungen werden zeigen, in wie weit die angewandte Methode den Anforderungen genügt.

Um dieses Verhältniss k zu bestimmen, hat mir Hr. Prof. Kundt eine Methode angegeben, die auf seiner ausgezeichneten Entdeckung der Staubfiguren hervorgebracht durch tönende Luftsäulen basirt. Bringt man einen Stab durch Reiben in kräftige Schwingungen und hält man vor denselben eine Röhre, in der sich leichtes Pulver, wie Lycopodium oder Kieselsäure befindet, so wird die Luft in derselben in Mitschwingung versetzt und es ordnet sich das Pulver in der Röhre in regelmässige Figuren, wie sie sich in den betreffenden Abhandlungen Kundt's abgebildet finden.[1] An den Knotenstellen bleibt das Pulver liegen, während es an den Stellen der Bewegung in Rippen angeordnet wird. Misst man nun den Abstand zweier solcher Knotenstellen, so hat man direkte die halbe Wellenlänge des schwingenden Systems und damit auch die Schwingungszahl desselben. Zu unseren Bestimmungen genügt die Kenntniss der Wellenlängen der beiden Töne. Auf diese Weise bestimmen wir also die Wellenlänge des Longitudinaltones des Stabes und auf ähnliche Weise auch diejenige des Torsions-

[1] Kundt, Pogg. Ann., Bd. 128, Taf. V, Fig. 2 und 3.



tones. Befestigt man nämlich den Stab z. B. in der Mitte und klebt auf dem einen Ende eine Scheibe auf, wie es schematisch in beistehender Figur aufgezeichnet ist, und tordirt nun den Stab so energisch, dass er einen kräftigen Torsionston gibt, so wird in dem vorgesetzten Wellenrohre das eingestreute Pulver in ebenso regelmässige Figuren angeordnet, wie beim Longitudinalton und es kann nun ganz, wie bei diesem, durch Messung der Abstände der Knoten die Wellenlänge λ_t des Torsionstones ermittelt werden. Kennen wir aber die Wellenlängen der beiden Töne, so erhalten wir die Grösse k

IV. $$k = \frac{n_l}{n_t} = \frac{\lambda_t}{\lambda_l}.$$

Ich will hier bemerken, dass es zu diesen Versuchen einer ziemlichen Uebung bedarf und dass es wohl nicht jedem Anfänger sogleich gelingen wird, gute Wellenfiguren zu erhalten. Es ist diess besonders der Fall beim Torsionston.

Ehe ich nun zur eigentlichen Beschreibung der Versuche übergehe, will ich noch den Apparat beschreiben, der bei den Bestimmungen benutzt wurde.

In Figur I. stellt BC den zu untersuchenden Stab vor, welcher in A festgehalten und durch die Schrauben S und S' mehr oder weniger stark gepresst werden kann. Die Auflagerungsstelle ist etwa 20^{mm} breit und ist ganz gleich beschaffen, wie es in Fig. II. angegeben ist. Dieselbe Wellenröhre W dient sowohl dazu, die Wellenlänge des Longitudinal-, als auch des

Torsionstones zu bestimmen; sie wird zu diesem Zwecke das eine Mal in die Stellung *FF'* gebracht und das andere Mal in die Lager *LL'* eingelegt. Der Stöpsel *K* in der Wellenröhre ist von Kork und mit Sammet umklebt und dient dazu, die Luftsäule in derselben abzupassen; denn die stehenden Wellen in derselben entstehen erst dann in ihrem Maximum, wenn die Länge der Luftsäule genau ein Vielfaches der halben Wellenlänge des Tones beträgt. Hr. Prof. Kundt[1]) hat zwar experimentell in umfassendster Weise gezeigt, dass auch dann die Staubfiguren entstehen und gemessen werden können, wenn die obige Bedingung nicht erfüllt ist, wenn sogar die Länge der Luftsäule um $\frac{1}{4}\lambda$ verschieden ist von einem Vielfachen der halben Wellenlänge; er hat aber auch zugleich darauf hingewiesen, dass in diesem Falle die Figuren nicht mehr scharf entstehen, was ich auch immer bestätigt gefunden habe.

Was nun die Art und Weise der Versuche betrifft, so geschahen sie in folgender Weise:

Den Longitudinalton der Stahlstäbe erhielt man durch Reiben nach der Längsrichtung des Stabes an dem Ende *B*. Zum Reiben benutzte ich einen weichen Lederlappen, der mit Collophonium bestreut wurde, um die Adhäsion zu vergrössern. War der Stab dick, sodass er beinahe das Wellenrohr ausfüllte, so liess man den Stab als solchen die Wellenfiguren erzeugen, war er hingegen dünner, so klebte man ein ganz dünnes Cartonblatt vor (ich benutzte zu diesem Zwecke stets Spielkarten), das beinahe den-

---

[1]) Kundt, Pogg. Ann., Bd. 135, p. 349.

selben Durchmesser hatte, wie das Wellenrohr. Die Wellenlänge des Torsionstones erhielt ich, wie schon bemerkt, indem ich gegen das Ende *C* hin, bei *D*, ein kreisförmiges Cartonblatt aufklebte und dieses vor der Wellenröhre, die sich nun in der Stellung *LL'* befindet, schwingen liess. Ich will an dieser Stelle noch den Apparat beschreiben, der dazu dient, einen kräftigen Torsionston hervorzubringen.

Dieser Apparat ist eigentlich nichts anderes, als ein Prony'scher Zaum en miniature; er ist in Fig. II. in der Vorderansicht gezeichnet. Die beiden Backen *B* und *B'* sind von Buchenholz; in denselben sind zwei viereckige Ausschnitte *A* und *A'* in die zwei Korkstücke eingepasst; die cylinderförmige Aushöhlung an denselben ist mit Leder gefüttert, das bei jedem Versuch mit Collophoniumstaub bestreut wurde. Dieser Apparat wird bei *B* an den zu untersuchenden Stab angesetzt und vermittelst der Schrauben *C* und *C'* werden die Backen je nach Bedürfniss schwächer oder stärker angepresst. Wenn man nun diese Vorrichtung im richtigen Takt vor- und rückwärts dreht, so erhält man bei günstigen Bedingungen und einiger Uebung einen eben so klaren und distincten Ton, wie man ihn beim Reiben nach der Längsrichtung erhielt. Zum Schlusse dieser allgemeinen Betrachtungen über die Methode will ich noch anführen, dass vor dem Versuche sowohl das Blatt bei *D* als auch bei *C* auf geklebt wurde und man so immer den Torsionston und den Longitudinalton des ganzen schwingenden Systems erhielt.

Es handelt sich nun zunächst darum, den Einfluss, den die Belastungen bei *D* und *C* auf die eigentlichen

Töne des Stabes ausüben, zu untersuchen, d. h. von den Tönen des Systems auf diejenigen des Stabes zurückzuschliessen.

Betrachten wir vorerst den Einfluss, den die Belastungen auf den Longitudinalton ausüben. Um einen allfälligen Unterschied des Longitudinaltones des Stabes von demjenigen des Systems ganz evident nachzuweisen, klebte ich nicht das Cartonblatt auf (das beiläufig sammt dem verwendeten Siegellack nie über ein halb Gramm wog), sondern ein kleines Stück Holz von etwa 2 Gramm Gewicht und erhielt damit die erste Reihe. Ich entfernte nun jede Belastung von dem Stabe und erhielt folgende zweite Reihe für den Longitudinalton des Stabes:

Tabelle I.

Reihe für die halbe Wellenlänge des Longitudinaltones.

	II. des Stabes.		II. des Systems.
	780,6		781,9
	723,0		724,5
	667,0		667,9
	609,0		610,8
	553,3		554,1
	495,6		497,1
	438,3		440,0
	381,2		383,0
	325,2		326,2
Wahr. Werth	57,00	Wahr. Werth	56,96.

Aus zwei andern solchen Reihen erhielt man:

	56,98		57,04
	56,94		57,06
Im Mittel	56,97	Im Mittel	57,02.

(NB. Diese Reihen erhielt man mit dem Stahlstab Nr. I. im federharten Zustand.)

Man ersieht aus diesen Reihen genügend, dass die Longitudinalwelle des Systems von derjenigen des Stabes sehr wenig abweicht und dass die Abweichung für solche kleine Belastungen, wie wir sie anwenden, gar nicht aus der Fehlergrenze der Beobachtung herausgeht.

Was nun aber den Torsionston betrifft, so fehlt uns leider für denselben dieses Controllexperiment; es ist aber jedenfalls erlaubt anzunehmen, dass durch das kleine Cartonblatt, das, wie schon bemerkt, sammt Siegellack nie über ½ Gramm wog, der Torsionston des Stabes nicht so geändert wird, dass die Abweichung die Fehlergrenze der Einstellung überschreitet. Um aber wenigstens theilweise ein Controllexperiment zu haben, klebte man zwei solcher Cartonstücke auf einander und erhielt so folgende Reihen:

Tabelle II.

Reihe für die halbe Wellenlänge des Torsionstones bei

I. einfachem Blatt.		II. doppeltem Blatt.	
I. Ablesung	729,1	I. Ablesung	352,3
	622,7		458,7
	516		566,2
	408,5		672,3
	301,7		780,3
II. Ablesung	729,2	II. Ablesung	352,0
	623,3		458,3
	515,5		566,1
	409,2		672,3
	301,8		779,8
	106,87		106,96

Aus zwei andern Reihen erhielt man:

	I.		II.
	bei einfachem Blatt.		bei doppeltem Blatt.
	107,12		107,05
	107,09		106,90
Im Mittel	107,03	Im Mittel	106,97

Man ersieht aus diesen mitgetheilten Zahlen, dass der Einfluss des zweiten aufgeklebten Cartonblattes ein ganz verschwindender ist und man ist daher berechtigt, anzunehmen, dass wenigstens annähernd der Torsionston des Systems auch als solcher des Stabes gelten kann. Ich habe in vorstehender Tabelle I. von denselben Figuren zwei Messungen angegeben, um ein Mass für die Genauigkeit der Ablesungen zu geben; man ersieht aus diesen Zahlen, dass zwei Ablesungen desselben Knoten nie einen ganzen Millimeter von einander abweichen, obschon diese Wellenlängen die grössten sind, die ich bei meinen Versuchen erhielt. Bei kleinern Wellenlängen sind die Abweichungen der Einstellungen noch geringer.

Der zweite Punkt, den ich nun noch näher zu erörtern hätte, wäre die Messung der Wellenlängen; es genüge aber, indem ich einfach angebe, dass die Messungen auf ganz dieselbe Weise vorgenommen wurden, wie sie Hr. Prof. Kundt[1]) in seiner ausführlichen Abhandlung beschreibt.

Ebenso geschahen auch die Berechnungen der Wellenlängen genau nach der Kundt'schen Formel:

$$x\left(\frac{n\cdot(n+1)(n+\alpha)}{1\cdot2\cdot3}\right)=n(A_n-A_0)+(n-2)(A_{n-1}-A_1)+\dots$$
$$+(n-2m)(A_{n-m}-A_m)+\dots$$

d. h. nach folgender Regel:

---

[1]) Pogg. Ann., Bd. 135, p. 356.

Man subtrahire die gleichweit von den Enden abstehenden Ablesungen von einander, multiplizire jede dieser Differenzen mit der Anzahl der zwischen liegenden Wellen, addire alle Producte und dividire durch

$$\frac{n(n+1)(n+2)}{1 \cdot 2 \cdot 3}$$

wo n die Anzahl der gemessenen Wellen bedeutet.

Zum Schlusse der Besprechung der Methode muss ich noch erwähnen, dass ich als Wellenrohr eine Glasröhre von 33 Mm. innerm Durchmesser benutzte, um den Einfluss derselben auf die Wellenlänge zu einem sehr geringen zu machen; denn es haben ja die Untersuchungen Kundt's und ebenso die meinigen[1]) und diejenigen A. Seebeck's[2]) vollkommen nachgewiesen, dass auf verschiedene Wellenlängen der Einfluss der Röhrenweite ein verschiedener ist. Wenn er also, wie es bei engern Röhren der Fall ist, sehr bedeutend würde, so hätte man hier in der Bestimmung einen constanten Fehler, was nun aber durch eine solche weite Röhre, bei so kleinen Wellenlängen, vermieden ist. Wenn wir aber dennoch annehmen, dass die Wellenlänge in der Röhre vermindert würde, wenn auch nur sehr wenig, so ist noch zu bemerken, dass sich dieser jedenfalls minime Einfluss durch die Division noch theilweise weghebt.

Ein anderer Umstand, der die Wellenlängen beeinflusst, ist die Temperatur und der hygrometrische Zustand der Luft. Es ist aber sofort einleuchtend, dass dieser Einfluss durch die Division sich vollkom-

---

1) Pogg. Ann., Bd. 136, p. 296.

2) A. Seebeck, Inaugural-Dissertation. Göttingen 1869.

men weghebt; indem ja Zähler und Nenner dadurch nur mit einem und demselben Factor versehen würde, wenn man nämlich annimmt, dass während der Zeit des Versuches weder Temperatur, noch der Feuchtigkeitsgrad der Luft ändert, welche Annahme für eine so kurze Zeit jedenfalls gerechtfertigt ist. Ich habe daher bei meinen Versuchen weder Temperatur- noch Feuchtigkeitsmessungen angestellt, sondern nur die Versuche für Longitudinal- und Torsionstöne so schnell wie möglich auf einander folgen lassen.

Die Materialien, die zu den Versuchen benutzt wurden, sind Stahlstäbe in ihren verschiedenen Zuständen, da dies Material am geeignetsten für diese Bestimmungen schien. Bevor die Methode so ausgebaut war und bis ich die nöthige Fertigkeit besass, benutzte ich nur Glasstäbe und Glasröhren; leider fehlte mir aber dann die Zeit, um mit der verbesserten Methode auch dies Material einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Ich hoffe aber, doch bald auch hierüber einige Notizen zu bringen.

Die Stahlstäbe, von denen das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation bestimmt wurde, sind Stäbe von dem gewöhnlichen Stahl, wie er im Handel als runder englischer Gussstahl vorkommt.

Ich hatte die Absicht, mit den Dimensionen der Stäbe stark zu variiren, leider gestattet aber die Methode dies nicht in dem Masse, als es zu wünschen wäre. Bei den sehr dünnen Stäben hielt es nämlich sehr schwer, einen klaren distincten Torsionston hervorzubringen und wenn dies auch noch der Fall ist, so ist jedenfalls die Vermuthung gerechtfertigt, dass durch das aufgeklebte Cartonblatt der Torsionston

stark verändert werde, was eben bei dickern Stäben weniger anzunehmen; bei sehr dicken Stäben hielte es hingegen schwer, den Longitudinalton so kräftig zu erhalten, dass er Wellenfiguren erzeugt, wenn man nämlich nicht mit der Länge der Stäbe in zu bedeutende Grösse gehen will.

Am geeignetsten zu diesen Bestimmungen scheinen mir Stäbe von etwa 15^{mm} Durchmesser und etwa 900^{mm} Länge. Bei diesen Dimensionen gelingt es dann sehr leicht, sowohl einen guten Torsions- als auch Longitudinalton zu erhalten.

Stahlstab Nr. I.

$$l = 859^{mm}; \quad d = 14{,}6^{mm}.$$

Der Stab wurde in dem Zustande, wie ihn die Fabrik liefert, tüchtig ausgeglüht und dann rasch abgekühlt; nachher wurde er über einem ziemlich starken Holzfeuer erwärmt und mit Fett bestrichen. Die Erwärmung wurde so lange fortgesetzt, bis das Fett abbrannte; das Abbrennen wurde je nach den Dimensionen des Stabes zwei bis drei Mal wiederholt, so dass sich erwarten liess, dass die äusserste glasharte Rinde, die durch die plötzliche Abkühlung entsteht, den innern Theilen gleich und der Stab also homogen-elastisch sei. Diesen Zustand bezeichne ich in der Folge kurzweg als „federhart“. Den so präparirten Stab untersuchte ich nun nach der oben beschriebenen Methode und erhielt folgende Werthe für die respectiven Wellenlängen:

Tabelle III.

Halbe Wellenlänge für den Torsionston des Stabes Nr. I.

I. Ablesung	328,3
	423,8
	511,9
	604,2
	697,2
	788,3
II. Ablesung	328,9
	423,2
	512,2
	603,4
	697,3
	788,1
Wahrscheinl. Werth	91,75

Es ergibt nämlich die erste Ablesung . $\lambda_t = 91,79$
und die zweite . . . . $\lambda_t = 91,70$
im Mittel also . . . . $\lambda_t = 91,75.$

Die zugehörige halbe Wellenlänge des Longitudinaltones berechnet sich aus folgender Reihe zu:

Tabelle IV.

Halbe Wellenlänge des Longitudinaltones des Stabes Nr. I.

	384,1
	441,6
	499,0
	555,9
	613,0
	669,2
	726,8
	783,0
Wahrscheinl. Werth	56,98.

Wir erhalten also für die halben Wellenlängen der beiden Töne:

$$\lambda_t = 91,75$$
$$\lambda_l = 56,98$$

hieraus berechnet sich k zu:

$$k = \frac{\lambda_t}{\lambda_l} = 1,6102$$

und daraus endlich:

$$\alpha = \frac{k^2 - 2}{2} = 0,296.$$

Aus vier andern solcher Versuchsreihen ergeben sich folgende Werthe für das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation:

Aus Versuch Nr. 2: $\alpha = 0,297$,
" " " 3: $\alpha = 0,299$,
" " " 4: $\alpha = 0,295$,
" " " 5: $\alpha = 0,297$.

Im Mittel erhalten wir also für den Werth des gesuchten Verhältnisses aus fünf Versuchsreihen:

$$\alpha = 0,297.$$

Der Stab wurde nun noch einmal einer vollständigen Ausglühung unterworfen und nachher zum Erkalten in die Asche gesteckt, sodass er ganz weich wurde. Derselbe ergab nun für das Verhältniss folgende Werthe:

$\alpha = 0,300$,
$\alpha = 0,305$,
$\alpha = 0,300$,

Im Mittel $\alpha = 0,302$.

Derselbe Stahlstab wurde hierauf noch einmal sorgfältig ausgeglüht und nach der vorhin beschriebenen Methode federhart gemacht; er lieferte alsdann folgende Resultate:

$\alpha = 0,295,$
$\alpha = 0,292,$
$\alpha = 0,297.$

Im Mittel $\alpha = 0,295.$

Durch diesen letzten Versuch glaube ich dargethan zu haben, dass das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation nach mehrmaligen Ausglühungen im federharten Zustand dennoch nur geringe oder vielleicht gar keine Veränderungen erleidet; ich habe daher in der Folge die Stäbe nur im ersten federharten Zustand untersucht.

Stahlstab Nr. II.

$l = 886^{mm}; \quad d = 20,0^{mm}.$

Dieser Stab, der etwas grössere Dimensionen hat als der Stab Nr. I, wurde ganz ebenso behandelt, wie ich früher angegeben habe. Hingegen wurde die erste Ausglühung zweimal wiederholt, um sicher zu sein, dass bei diesem grösseren Querschnitt der Stab soviel wie möglich homogen-elastisch werde. Er ergab im federharten Zustand untersucht folgende Werthe:

$\alpha = 0,290,$
$\alpha = 0,293,$
$\alpha = 0,298,$
$\alpha = 0,303.$

Im Mittel $\alpha = 0,296.$

Die erhaltenen Zahlen schwanken in ziemlich bedeutenden Grenzen. Es rührt diess daher, dass es bei einer solchen Dicke des Stabes ziemlich schwer hält, schnell einen guten Ton zu erhalten und daher oft einige Minuten verstreichen, ehe man die zuge-

hörige Wellenlänge des zweiten Tones bestimmen kann; die in dieser Zwischenzeit mögliche Temperaturveränderung kann nun einigen Einfluss haben. Um diesen Einfluss wenigstens theilweise zu compensiren, habe ich das eine Mal zuerst die Länge der Welle des Torsionstones, das andere Mal diejenige des Longitudinaltones bestimmt.

Nach einer dritten Ausglühung und nachheriger allmähliger Abkühlung ergab der Stab im weichen Zustande folgende Werthe:

$$\alpha = 0{,}300,$$
$$\alpha = 0{,}306,$$
$$\alpha = 0{,}299.$$

Im Mittel $\alpha = 0{,}302.$

Stahlstab Nr. III.

$l = 1000^{\mathrm{mm}}$; $d = 14{,}9^{\mathrm{mm}}$.

Den Stab Nr. III habe ich auch im gewöhnlichen Zustand, wie ihn die Fabrik liefert, untersucht, gelangte aber dabei auf eine sehr grosse Abweichung. Diese Abweichung erklärt sich übrigens sehr leicht; vor allem aus sind die Bedingungen der Theorie bei den Stäben im gewöhnlichen Zustand nicht erfüllt, indem sie durchaus nicht homogen-elastisch sind; es haben daher die Zahlen für diesen Zustand auch wenig Bedeutung. Der Stab lieferte in diesem Zustande folgende Werthe:

$$\alpha = 0{,}253,$$
$$\alpha = 0{,}257,$$
$$\alpha = 0{,}256,$$
$$\alpha = 0{,}253.$$

Im Mittel $\alpha = 0{,}255.$

Dieser Werth für α ist bedeutend kleiner als für die andern Zustände der Stahlstäbe, doch kann man sich diesen zu kleinen Werth so erklären: Der Stab, wie er von der Fabrik geliefert wird, ist mit einer glasharten Rinde überzogen und diese wird bei einer Dilatation eine Contraction theilweise verhindern; der Einfluss dieser Rinde ist sogar bei einer einmaligen Ausglühung noch bemerklich, wie aus folgenden Werthen hervorgeht:

$$\alpha = 0{,}279$$
$$\alpha = 0{,}278$$
$$\alpha = 0{,}282$$
$$\overline{\alpha = 0{,}280.}$$

Hingegen ist der Einfluss der Rinde ganz beseitigt durch eine zweimalige Ausglühung, wie es aus den Werthen, die der Stab im federharten Zustand liefert, hervorgeht:

$$\alpha = 0{,}297$$
$$\alpha = 0{,}295$$
$$\alpha = 0{,}296$$
$$\alpha = 0{,}293$$
$$\alpha = 0{,}298$$
$$\text{Im Mittel } \overline{\alpha = 0{,}296.}$$

Leider konnte ich diesen Stab nicht noch einmal im weichen Zustand behandeln, indem derselbe beim Erwärmen durch Unvorsichtigkeit entzwei gebrannt wurde.

Neben diesen drei Stahlstäben in ihren verschiedenen Zuständen untersuchte ich noch einige einzelne Stäbe in irgend einem der beiden Zustände. Von diesen will ich nur noch einen einzigen anführen, da er in seiner Länge etwas von den schon untersuchten

abweicht. Es ist diess ein Stahlstab mit folgenden Dimensionen:

$$l = 640^{mm}; \quad d = 17,6^{mm}.$$

Er lieferte im weichen Zustande die folgenden Werthe für das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation:

$$\alpha = 0,305$$
$$\alpha = 0,310$$
$$\alpha = 0,304$$

Im Mittel $\alpha = 0,306$

Es wurde endlich noch ein Stahlstab untersucht, aber eigentlich mehr dazu, eine andere principielle Frage zu lösen, als einen numerischen Werth für das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation zu erhalten. Es ist diess ein Stab, wie er von der Fabrik geliefert wird; er war aber durch Abdrehen und Schleifen von seiner harten Kruste befreit und lieferte, nach der gewöhnlichen Methode untersucht, folgende Zahlen:

Stahlstab Nr. V.

$$l = 980^{mm}; \quad d = 17,7^{mm}.$$

$$\alpha = 0,293$$
$$\alpha = 0,295$$
$$\alpha = 0,290$$
$$\alpha = 0,288$$

Im Mittel $\alpha = 0,292.$

Diese Zahl wurde also erhalten, indem man den Stab in der Mitte befestigte und so in zwei Abtheilungen schwingen liess. Da der Stab zu solchen Schwingungen ganz ausserordentlich geeignet schien, versuchte ich nun den Longitudinal- und Torsionston

noch zu erhalten, indem ich denselben in vier Abtheilungen schwingen liess.

Der Stab wurde im ersten Viertel seiner Länge eingeklemmt, am dritten Viertel mit der Hand festgehalten und auf diese Weise wieder die Wellenlänge des Longitudinal- und des Torsionstones festgestellt: man musste so die Octave der frühern Töne erhalten. Es gelang mir wirklich, auf diese Weise ganz gute Wellen zu erzeugen, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist:

Tabelle V.

Halbe Wellenlänge für den II. Ton des Stahlstabes Nr. V.

λ_t	λ_l
392,2	785,5
443,0	753,3
496,7	721,9
549,2	689,6
602,0	657,0
653,0	624,4
705,0	592,3
756,8	559,8
708,3	527,2
52,10	495,1
	463,2
	430.5
	32,30

Hieraus ergibt sich:

$$k = 1{,}6130,$$

und daraus endlich:

$$\alpha = 0{,}301.$$

Zwei andere solche Reihen ergaben:

$$\alpha = 0{,}293$$
$$\alpha = 0{,}295$$
Im Mittel $\alpha = 0{,}296.$

Die gefundenen Resultate für den Grundton und die Octave stimmen ziemlich gut mit einander überein: es ist daher der Schluss gerechtfertigt, dass es bei diesen Bestimmungen ganz gleichgültig ist, welchen Ton des Stabes man für die Versuche benutzte. Es ist dies jedenfalls von Bedeutung für das Experiment, indem man, da die Wellenröhre immer von einer bequemen Länge gewählt werden wird, bei längeren Stäben oft nur wenige Wellen in derselben erhält. Da man nun bei der Messung der Wellenlängen, um gute Resultate zu erhalten, stets die beiden äussersten Wellen nicht mit in Berücksichtigung ziehen darf, so erhielte man zur schliesslichen Berechnung nur eine sehr kleine Anzahl von bestimmenden Stücken. Die Anzahl der Wellen kann nun durch Benutzung des zweiten Tones verdoppelt werden und damit wird die Genauigkeit der Bestimmung ganz bedeutend erhöht.

Die numerischen Resultate meiner Beobachtungen stelle ich in folgender Tabelle zusammen:

Tabelle VI.

Zusammenstellung der Resultate.

Nro.	Dimensionen d. Stabes.		Zustand des Stabes.	
	Länge.	Durchm.	Federhart.	Weich.
I.	859mm	14,6mm	$\alpha_1' = \begin{cases}0{,}297\\0{,}295\end{cases}$	$\alpha_1'' = 0{,}302$
II.	886	20,0	$\alpha_2' = 0{,}296$	$\alpha_2'' = 0{,}302$
III.	1000	14,9	$\alpha_3' = 0{,}296$	—
IV.	640	17,6	—	$\alpha_4'' = 0{,}306$
		Im Mittel	$\alpha' = 0{,}296$	$\alpha'' = 0{,}303$

$\alpha'' - \alpha' = 0{,}007.$

Die erhaltenen Zahlen stimmen sehr gut mit den von den HH. Kirchhoff und Okatow gefundenen Zahlen für Stricknadelstäbchen, hingegen sind sie wesentlich kleiner als die Zahlen, die Hr. Okatow für den englischen runden Stahl angibt. Was hingegen den Unterschied zwischen den Zuständen des Stahles anbetrifft, so tritt ganz evident hervor, dass für den federharten Zustand die Zahlen etwas kleiner sind, als für den weichen Zustand; hierin stimmen die Resultate wenigstens qualitativ mit denjenigen Okatow's. Ein wesentlicher Unterschied der Werthe des Verhältnisses der Quercontraction zur Längendilatation ist bei den hier untersuchten Stäben bei verschiedenen Dimensionen nicht ersichtlich; Herr Okatow findet ebenfalls so kleine Differenzen für die verschiedenen Dimensionen, dass sie bei meinen Beobachtungen vollständig in die Fehlergrenze fallen würden.

Es ist immerhin sehr bemerkenswerth, dass so viel grössere Dimensionen der Stäbe, wie die hier benutzten gegenüber denjenigen Kirchhoff's und Okatow's sind, doch noch annähernd dieselben Resultate liefern und zwar auf eine ganz verschiedene Methode.

Die hier beschriebene Methode ist überhaupt zu Messungen in dieser Hinsicht sehr geeignet und liefert bei einiger Uebung so genaue Resultate, wie man kaum a priori vermuthet.

Die Resultate der vorliegenden Arbeit lassen sich kurz in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation ist bei Stahlstäben im federharten und

weichen Zustand in den Grenzen der Beobachtungsfehler unabhängig von den Dimensionen der Stäbe; wenigstens bei den hier untersuchten Dimensionen.

2) Der Werth von α ist für weichen Stahl etwas grösser, als für federharten. (Ich habe die Stäbe gewöhnlich noch im glasharten Zustand und wie sie von der Fabrik geliefert werden, untersucht; ich gebe hiefür keine Zahlen an, da die beiden Zustände durchaus nicht den theoretischen Bedingungen entsprechen. Nur möchte ich erwähnen, dass beim glasharten Zustand ungefähr dieselben Werthe erhalten wurden, wie beim federharten; hingegen variiren die Resultate für den gewöhnlichen Zustand in sehr weiten Grenzen.)

3) Es ist ohne Einfluss auf das Verhältniss der Quercontraction zur Längendilatation, ob man den ersten oder zweiten Ton des Stabes zu dessen Bestimmung benutzt.

Die vorliegende Arbeit wurde im physikalischen Laboratorium des eidgenössischen Polytechnikums ausgeführt. Es sei mir erlaubt, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. A. Kundt, hier öffentlich meinen innigsten Dank auszusprechen für die Theilnahme, die er stets meinen Arbeiten bewiesen hat, und für die Freundlichkeit, mit der er mir immer mit Rath zur Seite stand.

Notizen.

Pyrit. — An einem Exemplare des derben Chalkopyrit von Baigorry unweit St. Etienne in Frankreich bemerkte ich vereinzelte eingewachsene Pyritkrystalle, welche verschiedene Krystallgestalten zeigen, entweder das Hexaeder allein, oder die Combination $\infty O \infty \cdot \frac{\infty O 2}{2}$ oder das Dyakishexaeder $\frac{\infty O 2}{2}$ allein, was gegenüber der gewöhnlichen Ausbildung gleicher Gestalten an in derselben Masse eingewachsenen Krystallen einige Beachtung verdient, da hier von einem Zeitunterschiede der Bildung nicht die Rede sein kann. — Ein scharf ausgebildeter, stark glänzender frischer Pyritkrystall von Traversella in Piemont, $\infty O \infty$ mit kleinen O flächen, wurde im Sandbade und mit Sand überdeckt langsam erhitzt, wobei sich der Schwefel als SO_2 verflüchtigte und der Krystall vollständig in Fe_2O_3 umwandelte. Er barst in der Richtung aller Hexaederkanten und die entstandenen Klüfte convergirten gegen den Mittelpunkt. Hierbei bildete sich ringsum und längs den Klüften, also unmittelbar von den Hexaederflächen aus, parallelfasriges Rotheisenerz, während das Innere dichtes Rotheisenerz geworden war. Die Aussenseite des Krystalles hatte den bekannten starken Glanz angenommen, wie ihn rother Glaskopf an der Oberfläche zeigt, im Innern war die Masse matt. [A. Kenngott.]

Calcit. — Herr E. v. Fellenberg in Bern schenkte der mineralogischen Sammlung des Polytechnikums ein Exemplar von Merligen am Thuner See, welches auf grauem Kalkstein aufgewachsene Calcitkrystalle von eigenthümlicher Ausbildung zeigt. Dieselbe war mir schon an nicht schweizerischem Calcit zu Gesicht gekommen, dagegen an Vorkommnissen der

Schweiz nicht bekannt, wesshalb ich hier desselben gedenke. Ausser einigen Skalenoedern R_3 erscheint die Mehrzahl der Krystalle bei oberflächiger Betrachtung als orthorhombisch-prismatische, combinirt mit einem stumpfen Querdoma. Sie sind nämlich Contactzwillinge des Skalenoeder R_3 nach $\frac{1}{2}R'$, an denen je zwei Skalenoederflächen vorherrschend ausgedehnt sind. Die Verwachsungsfläche beider Individuen ist der brachydiagonale Hauptschnitt der scheinbar orthorhombisch-prismatischen Krystalle, die stumpfen Prismenkanten entsprechen zwei parallelen Seitenkanten des Skalenoeders, mit denen sich die beiden Individuen berühren und das scheinbare stumpfe Querdoma wird durch die stumpfe Endkante des Skalenoeders gebildet. Die Endkante des scheinbaren Querdoma ist keine horizontale Linie, sondern nach der Mitte zu sehr wenig eingebogen, indem sich die stumpfen Endkantenlinien beider Individuen unter einem sehr stumpfen Winkel schneiden, nach der Berechnung unter 171° 38′ 32″. Die Hauptachsen beider Individuen, deren Endecken die spitzen Combinationsecken des scheinbaren Prisma und Querdoma sind, schneiden sich unter 127½°. Die Krystalle sind grau durchscheinend an den Kanten und rauh.

[A. Kenngott.]

Anorthit vom Vesuv. — An einem Exemplare in der Sammlung des Polytechnikum, welches ein drusig-grobkörniges Aggregat von Anorthit, Nephelin, Granat, Calcit und Biotit darstellt und in welchem der Anorthit an Menge vorherrscht, beobachtete ich an Anorthitkrystallen die Combination $\infty P \breve{\infty} \cdot r\infty P \cdot l\infty P \cdot r\infty P\breve{3} \cdot l\infty P\breve{3} \cdot oP \cdot P'\overline{\infty} \cdot {}^4/_3P'\overline{\infty} \cdot 2P'\overline{\infty} \cdot rP' \cdot lP' \cdot r2P' \cdot l2P'$; der Nephelin zeigt die Combination $\infty P \cdot oP \cdot P$, die Granate sind braune Rhombendodekaeder, der Calcit bildet unregelmässig gestaltete weisse Körner und der Biotit schwärzlich-grüne Lamellen. Das Querhemidoma $\frac{4}{3}P'\overline{\infty}$ wurde nach der von Hrn. F. Schalch ausgeführten Messung berechnet.

[A. Kenngott.]

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

A. Sitzung vom 25. Oct. 1869.

1. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke

Von den Verfassern:

Stöhr, Emilio. Alcune osservazioni intorno alla storia naturale delle argille scagliose. 8. Modena.

Borre, A. P. de. Description d'une nouvelle espèce américaine du genre Caiman. 8. Bruxelles 1869.

Wolf, Dr. Rud. Handbuch der Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie. Bd. I. 1. 8. Zürich 1869.

Gore, G. On hydrofluoric acid. 4. (1869.)

Rhiner, Jos. Volksthümliche Pflanzennamen der Waldstätten. 8. Schwyz 1866.

Rhiner, Jos. Tabellarische Flora der Schweizerkantone. 4. Schwyz 1869.

Von Hrn. Dr. E. Regel in St. Petersburg:

Rodde, G Reisen in den Süden von Ostsibirien. Botanische Abtheilung. Bd. III. 1. 2. 3. 8. Moskau 1864—69.

Regel, E., et **ab Herder**, F. Enumeratio plantarum a Cl. Semenovio collectarum. 8. Mosquae 1869.

Von Hrn. Prof. Heer:

Beiträge zur Naturkunde Preussens. Herausgegeben von der k. physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. 2. Miocenische baltische Flora, von Dr. Osw. Heer. 4. Königsberg 1869.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift erhalten.

Meteorologiska Jakttagelser. 6. 7. 8. 1864 66. 4. Stockholm.

K. Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar. Ny Föld. V. 2 VI. 1. 2. VII. 1. 4. Stockholmiae 1864–67.

Oefversigt af K. Vetenskaps Akademiens förhandlingar. Arg. 22—25 [1865 - 68]. 8. Stockholmiae 1866—69.

Virgin, C. A. K. Svenska fregatten Eugenies resa omkring jorden. Zoologi. VI. 4. Stockholmiae 1868.

Stål, Cav. Hemiptera Africana. 4 t. 8. Holmiae 1864—66.

Lefnadsteckningar öfver K. Svenska Vetenskaps Akademiens. Bd. 1. 8. Stockholm 1869.

Sundevall, Carl J. Die Thierarten des Aristoteles. Aus d. Schwed. 8. Stockholm 1863.

Nordenskiöld, A. E. Sketch of the geology of Spitzbergen. 8. Stockholm 1869.

Sundevall, Carl J. Conspectus avium Picinarum. 8. Stockholmiae 1866.

Linnarsson, J. G. O. On some fossils in the Eophyton sandstone at Lugnäs. 8. Stockholm 1868.

Lindström, G. Om Gottlands nutida Mollusker. 8. Wisby 1868.

Zwei kleinere Aufsätze und Verzeichniss der Mitglieder von 1866—69.

Journal of the geogr. society. T. XXXVIII. 8. London 1868.

Proceedings of the royal geographical society. T. XIII. 3. 4. 8. London 1869.

Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt. 1869. 2. Verhandlungen 6—9. 8. Wien 1869.

Mémoires de la société de physique etc. de Genève. Tome XX. 1. 4. Genève 1869.

Bulletin de l'académie impériale des sciences de St-Pétersbourg. T. XIII. 4. 5. 4. St-Pétersbourg 1868.

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Herausgegeben vom naturwissenschaftlichen Verein in Halle. Bd. XXXII und XXXIII. 8. Berlin 1868—69.

Annales des sciences physiques etc. Publiées par la société impériale d'agriculture de Lyon. 3me série. T. XI. 8. Lyon 1867.

Mémoires de l'académie impériale des sciences de Lyon. Classe des sciences. T. XII. 8. Lyon 1862.

Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere. Serie II. Vol. I. 11—20. II. 1—10. 8. Milano 1868—69.

Memorie del Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere. Vol. XI. Fasc. 1. 4. Milano 1868.

Mémoires de la société impériale des sciences naturelles de Cherbourg. T. XIV. 8. Cherbourg 1860.

Verhandlungen und Mittheilungen des niederösterreich. Gewerbevereins. 26—31. 8. Wien 1869.

Proceedings of the zoological society of London. 1868. 3. 8. London.

Monatsberichte der k. preussischen Akademie der Wissenschaften. 1869. April—Juni. 8. Berlin.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie. Deel XXX. 3—6. 8. Batavia 1868.

Mémoires de la société d'émulation de Montbéliard. II. Vol. 1. 2. 8. Montbéliard 1863.

Oversigt over det K. danske Videnkabernes selskabs vorhandlinger. 1867. 7. 1868. 3. 4. 1869. 1. 8. Kjöbenhavn.

Sitzungsberichte der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. 1869. I 3. 8. München.

Stettiner entomologische Zeitung. XXX. 7—12. 8. Stettin.

Bulletin de la société impériale des naturalistes de Moscou. 1868. 3. 8. Moscou.

Journal of the chemical society. 76—78.

Der zoologische Garten. X. 1—6. 8. Frankfurt 1869.

Verhandlungen des naturhistorisch-medicinischen Vereins zu Heidelberg. Bd. V. 2. 8. Heidelberg.

Annuario della società dei naturalisti in Modena. Anno IV. 8. Modena 1869.

Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. II. 2. 8. Danzig 1869.

Bericht XX des naturhistorischen Vereins in Augsburg. 8. Augsburg 1869.

Notizblatt des Vereins für Erdkunde. III. F. VII. Nebst Beilage. 8. Darmstadt 1868.

Upsala Universitets Arsskrift. Mathematik och Naturvetenskap. 1868, 1869. 1. 2. 8. Upsala.

Journal of the R. geological society of Ireland. Vol. II. 1. 8. London, Edinburg. Dublin 1868.

Jahresbericht 54 der naturforschenden Gesellschaft in Emden. 8. Emden 1869.

Kleine Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Emden. XIV. Das Gesetz der Winde. Von M. A. F. Prestel.

Acta societatis scientiarum Fennicae. T. VIII. 8. Helsingforsiae 1867.

Oefversigt of Finska Vetenskaps societetens förhandlingar. IX—XI. 8. Helsingfors 1867—69.

Bidrag on kännedom of Finlands natur och folk. XI—XIV. 8. Helsingfors 1868—69.

Hjelt, O. E. A. Gedächtnissrede auf A. Nordmann. 8. Helsingfors 1868.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. IX. 4. Königsberg 1868.

Magazin, neues Lausitzisches. Bd. XLVI. 1. 2. 8. Görlitz 1869.

Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereins zu Steiermark. Bd. II. 1. 8. Gräz 1869.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological society. 1869. 1. 8. London.

Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien. Bd. X und XII. 8. Wien 1868—69.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft. Jahrgang IV. 3. 8. Leipzig 1869.

Bulletin de la société des sciences naturelles de Neuchâtel. T. VIII. 2. 8. Neuchâtel 1869.

Bericht über die Senkenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M. 1868—69. 8. Frankfurt 1869.

Abhandlungen der physikalisch-mathematischen Classe der bayerischen Akademie der Wissenschaften. Bd. X. 2. 4. München 1868.

Vogel, Aug. Ueber die Entwickelung der Agriculturchemie. 4. München 1869.

Meissner, L. F. Rede auf Martius. 4. München 1869.

Mémoires de la société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux. T. VI. 1. 2. 8. Paris, Bordeaux 1868—69.

Von Redaktionen.

Schweizerische polytechnische Zeitschrift. Bd. XIV. 3. 4. 4. Winterthur 1869.

Der Naturforscher. 1869. 7. 8. 9. 4. Berlin 1869.

Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 1869. 31—40. 8. Schaffhausen.

Gäa. Natur und Leben. Jahrg. V. 7. 8. Köln und Leipzig.

Angekauft.

Milne-Edwards. Recherches sur les oiseaux fossiles. Livr. 26—30. 4. Paris 1869.

Gervais, Paul. Nouvelles recherches sur les animaux vertébrés. Livr. 10. 11. 4. Paris.

Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle. T. V. 2. 4. Paris.

Jan. Iconographie des Ophidiens. Livr. 31. 4. Paris 1869.

Palaeontographica. Bd. XVII 3. XIX. 1. 4. Cassel 1869.

Novitates conchologicae. I. 35. II. 15. Suppl. III. 18. 19. IV. 1—4. 4. Cassel 1869.

Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle. Bd. XI. 1. 4. Halle 1869.

Quètelet, Ad. Physique sociale. T. II. 8. Bruxelles 1869.

Ruthner, A. v. Aus Tirol. Berg- und Gletscherreisen. Neue Folge 8. Wien 1869.

Dove, H W Klimatolog. Beiträge. Theil 2. 8. Berlin 1869.

Torell, O , und **Nordenskiöld,** A. E. Die schwedischen Expeditionen nach Spitzbergen u. s. w. 8. Jena 1869.

Huggins, W. Ergebnisse der Spectralanalyse in Anwendung auf die Himmelskörper. A. d. Engl. 8. Leipzig 1869.

Brehm, Dr , und **Zimmermann,** Th. F. Bilder und Skizzen aus dem zoolog Garten zu Hamburg 8. Hamburg 1865.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie u. s. w. für 1867. 3. 8. Giessen 1869.

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. 1868. 12. 1869. 1. 2. 4. Zürich.

Memoires de l'académie impériale des sciences de St-Pétersbourg. VIIme série. T. XIII. 4. St-Pétersbourg 1869.

Von der Decken, L. L. Reisen in Nordostafrika. Bd. 3. 8. Leipzig, Heidelberg 1869.

Freshfield, Douglas William. Travels in the Central-Caucasus and Bashan. 8. London 1869.

Humboldt, A. v. Im Ural und Altai. Briefwechsel zwischen A. v. H. und G. v. Cancrin. 8. Leipzig 1869.

2. Herr Prof. Wolf legt das 2. Heft des 14. Jahrganges der Vierteljahrsschrift vor und ersucht die Mitglieder der Gesellschaft um raschere Einsendung der Referate über die Vorträge, sowie um gefällige Mittheilung, auf welche Weise sie die Vierteljahrsschrift zu erhalten wünschen.

3. Das Präsidium zeigt an: a) dass die naturforschende Gesellschaft in St. Gallen eine Einladung zur Betheiligung an der Feier des 50jährigen Bestandes der Gesellschaft an die hiesige Gesellschaft gerichtet habe und dass letztere durch Hrn. Prof. Cramer vertreten worden sei; b) dass Hr. Prof. Theobald in Chur gestorben sei; c) dass das königl. lombard. Institut der Künste einige Preisfragen, jedoch nur für Italiener, ausgeschrieben habe.

4. Herr Prof. Wolf hält einen Vortrag über die Ursachen der persönlichen Beobachtungsfehler bei astronomischen Beobachtungen von Sterndurchgängen. Vergl. für denselben Heft III, Pag. 250—268.

5. Herr Prof. Wislicenus trug über die quantitativen Verhältnisse, nach welchen sich Kupferoxyd bei Gegenwart von freiem Alkali durch gewisse Substanzen in tiefblauer Lösung erhalten lässt, vor. Es galt dabei zumeist, den Grund dieser noch nicht völlig aufgeklärten Erscheinung zu ermitteln. Der Vortragende vermuthete denselben in der Ersetzbarkeit des Alkohol-Hydroxyl-Wasserstoffes der Oxysäuren

und mehrwerthigen Alkohole (Zuckerarten) durch Kupfer, wenn andere Wasserstoffatome, namentlich die des Säurehydroxyls, durch Alkali ersetzt sind. Es wurde bei dieser Untersuchung nicht die mühsame Methode der Reindarstellung solcher Verbindungen, sondern das viel bequemere und rascher ausführbare Titrirverfahren angewendet. Zu diesem Zwecke wurden sogenannte Normallösungen der betreffenden organischen Säure, von Kupfervitriol und Natriumhydrat (im Liter das Aequivalentgewicht in Grammen), benutzt. Die Untersuchung suchte namentlich folgende Fragen zu beantworten:

1. Wie viel Kupfer und Natron sind gerade nothwendig, um mit einer bestimmten Quantität des organischen Körpers die blaue Lösung zu geben?
2. Wie wirken relative Vermehrungen des aus Kupfervitriol und Natriumhydrat gebildeten Kupferhydrates?
3. Welche Wirkungen bringt Vermehrung des Alkalis hervor?

Bei zunächst vorgenommener Untersuchung der Weinsäure ergab sich, dass die blaue Kupferlösung die erwartete Formel $C_2H_2(O_2Cu) \cdot C_2O_2(ONa)_2$ haben muss und dass aus ihr ein Alkaliüberschuss kein Kupferoxyd ausfällt. In neutraler Lösung kann sogar die doppelte Kupfermenge incorporirt werden, wobei der Kürper $C_2H_2(OCuOH)_2 \cdot C_2O_2(ONa)_2$ entsteht, der Anfangs einen zähen blauen Schleim bildet, sich aber allmälig blutkuchenartig zusammenzieht und farblose Flüssigkeit austreten lässt.

Die Aepfelsäure sollte den löslichen blauen Körper nach der Formel $C_2H_3(OCu^1/_2) \cdot C_2O_2(ONa)_2$ geben. Die Versuche ergaben indessen, dass nur die Hälfte der betreffenden Kupfermenge in Lösung erhalten werden kann, wenn in letzterer kein freies Alkali vorhanden ist; bei Ueberschuss desselben aber nur genau ein Viertel der vermutheten Kupfermenge, welche durch starke Vermehrung des Natriumhydrates nicht ausgefällt werden kann.

Bei Prüfung der Citronensäure stellte sich heraus, dass ohne Ueberschuss von Alkali wirklich die der erwarteten Formel $C_3H_4(OCu^1/_2) \cdot C_3O_3(ONa)_3$ entsprechende Kupfermenge in die blaue, lösliche Verbindung eintritt, welche indessen durch Zusatz grösserer Alkalimengen vollständig als Kupferhydrat ausgefällt wird, sodass wahrscheinlich die Verbindung $C_3H_4(ONa)(CO \cdot ONa)_3$ entsteht.

Auch die Gährungsmilchsäure wurde dem Studium unterworfen. Sie sollte das blaue lösliche Salz $C_2H_4(OCu^1/_2) \cdot CO \cdot ONa$ geben, entzieht in neutraler Lösung aber nur etwa ein Drittheil der theoretischen Kupfermenge der Ausfällung, welche durch Alkaliüberschuss successive noch vermindert wird, ohne dass es indessen gelang, alles Kupfer abzuscheiden.

Von den mehrwerthigen Alkoholen wurde bisher nur der Mannit untersucht. Derselbe lässt drei Wasserstoffatome durch, bei Natriumüberschuss unfällbares, Kupfer vertreten, sodass dabei die Verbindung $C_6H_8(OCu^1/_2)_3(ONa)_3$ entsteht. Bei genauerer Verfolgung der Reaction zeigte sich, dass für jedes der drei einschiebbaren Kupferäquivalente je ein Natriumatom in die Verbindung eintreten muss. Die Verbindungen $C_6H_8(OCu^1/_2)ONa \cdot (OH)_4$ und $C_6H_8(O_2Cu)(ONa)_2(OH)_2$ bilden neben oben angeführter blaue Lösungen, aus denen ein Alkaliüberschuss kein Kupferhydrat fällt. Wird dagegen nur die Kupferhydratmenge ohne Alkalizusatz vergrössert, so entstehen zuerst blaue Schleime, wie bei der Weinsäure beobachtet wurden, deren Bildung die Formeln

$$C_6H_8(OCu \cdot OH)ONa \cdot (OH)_4,$$
$$C_6H_8(O \cdot CuOH)_2(ONa)_2(OH)_2 \text{ und}$$
$$C_6H_8(O \cdot CuOH)_3(ONa)_3$$

ergibt. Weiterer einseitiger Zusatz von Kupferhydrat wird nicht mehr gelöst.

Die Gründe für das merkwürdige Verhalten der Aepfelsäure und Milchsäure werden nur durch Ausdehnung der Methode auf zahlreichere organische Stoffe aufgefunden werden können.

B. Sitzung vom 8. Nov. 1869.

1. Hr. Bibliothekar Dr. Horner zeigt an, dass die Buchhändlerfirma Macmilian & Comp., Publishers to the Universities of Oxford, mit der naturforschenden Gesellschaft in Zürich in Tauschverkehr zu treten wünscht, und legt darauf folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke.

Von Hrn. Prof. Kölliker in Würzburg:

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIX. 3.

Von den Verfassern:

Zeuner, Dr. Gust. Abhandlungen der mathematischen Statistik. 8. Leipzig 1869.

Ziegler, J. M. Ueber das Verhältniss der Topographie zur Geologie. Mit 1 Karte v. Unter-Engadin. 4. Winterthur.

Ziegler, J. M. Zwei geologische Pläne von Jerusalem und Umgebung.

Kenngott, A. Beobachtungen an Dünnschliffen eines kaukasischen Obsidians. 8. St. Petersburg 1869.

Annales de l'observatoire physique central de Russie, publ. par H. Wild. Année 1869. 4. St-Pétersbourg 1869.

Hirsch, Dr. Ad. Sur les mouvements dans les piliers de la lunette méridienne de Neuchâtel. 8.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Von der Smithsonian institution:

Report, annual, of the regents of the Smithsonian institution. 1867. 8. Washington 1868.

Report of the department of agriculture. 1867 and 1868. 8. Washington 1868—69.

Jahresbericht XXII der Staatsackerbaubehörde von Ohio 1867. 8 Columbus 1868.

Transactions of the Wisconsin state agricultural society. Vol. VII. 1861—68. 8. Madison 1868.

Papers, occasional, of the Boston society of natural history. I. 8. Boston 1869.

Proceedings of the Boston society of natural history. Vol. XII. 1—17.

Annals of the Lyceum of natural history of New-York. Vol. IX. 1—4. 8. New-York 1868.

Proceedings of the Essex institute. Vol. V. 7. 8. 8. Salem 1868.

Statistics of the state of Wisconsin. 8. Madison 1869.

Reid, D. B. The practical development of the resources of science etc. 8. Madison 1861.

Memoirs read before the Boston society of natural history. Vol. I 4. 4. Boston 1869.

Report, monthly, of the deputy special commissioner of the revenue. 16 March. 1869. 4

Verhandlungen und Mittheilungen des nieder-österreichischen Gewerbvereins. 1869. 32. 33.

Jahresbericht des Mannheimer Vereins für Naturkunde. 35. 8. Mannheim 1869.

Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. Bd. XXI. 2. 3.

Von Redaktionen.

Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 1869. 44. 45. 8. Schaffhausen.

Zeitschrift für Chemie. Herausgeg. von F. Beilstein u. s. w. XII. 14.—19. 8. Leipzig 1869.

Angekauft.

Jan. Iconographie des Ophidiens. Livr. 32.

Heuglin, M. Th. v. Reise in das Gebiet des weissen Nil. 1862—64. 8. Leipzig und Heidelberg 1869.

Annalen der Chemie und Pharmacie. N. R. LXXVI. 1.

Marcou, Jules. La science en France. Première partie. 8. Paris 1869.

Transactions of the entomological society of London. 3d series. Vol. III. 7. 8. London 1869.

2. Hr. Prof. Wolf zeigt an, dass auch der Direktor des kaiserl. physikalischen Central-Observatoriums in Peters-

burg, Hr. Dr. H. Wild, mit der naturforschenden Gesellschaft in Zürich in Tauschverkehr zu treten wünscht und um Uebersendung sämmtlicher Bände der Vierteljahrsschrift zu Handen des Centralobservatoriums gebeten hat. Wird einstimmig genehmigt.

3. Hr. Prof. Escher v. d. Linth ersucht Hrn. Prof. Kenngott, der Gesellschaft gelegentlich über die von ihm entdeckten eigenthümlichen Erscheinungen an Obsidian zu referiren und zeigt im Weitern an, dass die hiesige naturforschende Gesellschaft durch die Bemühungen von Herrn Albrecht in Kloten einerseits und der Herren Schaufelberger und Oberholzer in Wald anderseits in den Besitz zweier rother Ackersteine gekommen sei. Er trägt darauf an, den genannten Herren in geeigneter Weise den Dank der Gesellschaft auszudrücken. Auf den Wunsch der Gesellschaft wird Hr. Prof. Escher v. d. Linth die Abfassung der Dankschreiben übernehmen.

4. Hr. Prof. C. Cramer hält einen Vortrag über die Untersuchung der Pflanzenzelle und ihrer Theile im polarisirten Licht. Nach Auseinandersetzung der zum Verständniss des Gegenstandes unentbehrlichsten physikalischen Grundbegrifle besprach der Redner zunächst die gewöhnliche Einrichtung des Polarisationsmikroskopes, sowie ein von ihm construirtes Modell zu einem Hülfsapparat, der dazu dienen soll, das mikroskopische Object ebensowohl um eine horizontale, als um eine verticale Achse drehen zu können. Darauf bezeichnete derselbe die Fragen, die der Mikroskopiker mit Hülfe eines wohleingerichteten Polarisationsmikroskopes zur Zeit zu lösen im Stande ist. Nach Erörterung der verschiedenen Erscheinungen endlich, welche gewöhnliche Glassplitterchen, Gypsblättchen und Glimmerblättchen von verschiedener Dicke, in verschiedener Lage und verschiedener Combination mit einander, zwischen gekreuzte Nicols gebracht, zeigen, und der Schlüsse, die sich daraus ziehen lassen, suchte der Vortragende die Methoden der Untersuchung mikroskopischer Pflanzen-

objecte auf ihr optisches Verhalten klar zu machen durch einlässliche Besprechung der Erscheinungen, welche insbesondere 1) die Membran der Internodialzelle von Chara hispida, 2) die Holzzellen von Sequoia gigantea, 3) Stärke- und Inulinkörner in Combination mit einem Gypsblättchen roth erster Ordnung unter dem Polarisationsmikroskope zeigen.

Die genannte Zellmembran von Chara hispida fand der Redner aus drei optisch verschiedenen Schichten zusammengesetzt. In der innersten und äussersten Schicht war die grösste Elastizitätsachse genau transversal, die kleinste radial, die mittlere somit longitudinal. Die optisch wirksamen Elemente erwiesen sich hier als optisch 2achsig und positiv (wenn man vom Elastizitätsellipsoid gepressten Glases ausgeht). In der mittlern Membranschicht war die kürzeste Elastizitätsachse — sehr wahrscheinlich zugleich die einzige optische Achse — transversal. Näher auf die Sache einzutreten kann nicht Aufgabe dieses Referates sein.

Die Holzzellen von Sequoia gigantea gaben Veranlassung, auf das Verhalten unter einem bestimmten Winkel fest verbundener Gypsblättchen in der sogenannten orthogonalen Consecutiv- und Alternativ-Lage zurück zu gehen (vgl. »Das Mikroskop«, von Nägeli und Schwendener). Die wirksame Elastizitätsellipse der Fläche steht nämlich bei allen Holzzellen von Sequoia gigantea schief zur Längsachse der Zelle. Sowohl die Untersuchung von durch Maceration isolirten Zellen, als die Untersuchung der aus je zwei Lamellen zusammengesetzten Scheidewände zweier Nachbarzellen, sowie endlich auch die Untersuchung der durch Halbirung zuvor isolirter Zellen mittelst Zerschneidens auf dem Daumennagel erhaltenen einfachen Zellwände gab das übereinstimmende Resultat, dass die wirksamen Flächenellipsen auf linksläufigen Spiralen stehen, ganz wie die Poren. Bei der letztern (der dritten) Untersuchungsmethode wurde der Winkel, den die grosse Achse der Flächenellipse mit der Längsachse der Zellen bildet, gleich 10—20—28° gefunden. Es wurde ferner

vom Vortragenden hervorgehoben, dass die Farbenerscheinungen, welche durch Maceration isolirte Zellen in der orthogonalen Consecutivlage zeigen, analog sind und analog sein müssen den Farbenerscheinungen einer Scheidewand zweier Nachbarzellen in der orthogonalen Alternativlage und umgekehrt. Ein in der Richtung genannter Spirale geführter Schnitt enthält bei Sequoia gigantea die optischen Achsen und es entspricht die radiale Elastizitätsachse der Richtung der kleinsten Elastizität (wiederum, wie auch später, auf das Elastizitätsellipsoid gepressten Glases bezogen). Dass auch hier die verschiedenen Membranschichten ein etwas verschiedenes optisches Verhalten zeigen, wurde vom Redner nur angedeutet; dagegen verweilte derselbe noch etwas länger bei den behöften Tüpfeln. Der Raum zwischen Tüpfel und Tüpfelhof zeigt nämlich in der Flächenansicht hier, wie noch in vielen andern Fällen, ein deutliches neutrales Kreuz und in den zwei Paaren von Gegenwinkeln zwischen den Schenkeln dieses neutralen Kreuzes theils Addititons-, theils Subtractionsfarben, ähnlich einfachen kugeligen Stärkekörnern mit centrischem Kern, nur mit dem Unterschied, dass, wo bei Stärkekörnern Additionsfarben erscheinen, hier Subtractionsfarben auftreten und umgekehrt. Es sind hiernach die optisch wirksamen Elemente behöfter Tüpfel auf jedem Radius der Flächenansicht anders orientirt: eine Elastizitätsachse verläuft in der Richtung des Radius der Flächenansicht, die andere Elastizitätsachse steht senkrecht auf der vorigen, die dritte ist natürlich senkrecht auf der ersten und zweiten. Die nach dem Radius der Flächenansicht gerichtete Elastizitätsachse erwies sich als kleiner, denn die ebenfalls in der Flächenansicht zur Geltung kommende, auf jener senkrecht stehende Elastizitätsachse; dagegen als grösser, denn die auf Quer- und Längsschnitten zur Geltung kommende dritte Elastizitätsachse. Die optisch wirksamen Elemente der behöften Tüpfel von Sequoia gigantea sind somit optisch zweiachsig und die Ebene der optischen Achsen steht senkrecht auf

der Flächenansicht, hat indessen auf jedem Radius der Flächenansicht des Tüpfels eine andere Lage, ist nämlich an jedem einzelnen Punkt der Flächenansicht senkrecht auf dem zugehörigen Radius oder parallel mit der Tangente an den Durchschnittspunkt des Radius und der Peripherie des Tüpfelhofes. Der Redner glaubt dieses vom Verhalten der tüpfellosen Membranstellen so ganz abweichende Verhalten der behöften Tüpfel mit ihrer Entstehungsweise in Beziehung bringen zu müssen und erblickt darin einen neuen Beweis für die jetzt geltende Ansicht über die Entstehung der behöften Tüpfel. Während bei Zugrundelegung der ältern Anschauung die so eigenthümliche Gruppirung der optisch wirksamen Elemente in dem Raum zwischen innerm und äusserm Contour des Tüpfels unerklärlich bleibt, begreift sich dieselbe dagegen ziemlich leicht bei Zugrundelegung der neueren Ansichten. Diese berechtigen uns nämlich, den äussern Contour des behöften Tüpfels als der Zellwand aufsitzende Basis, den innern als dem Zellenlumen zugekehrtes inneres Ende und jeden Radius der Flächenansicht als eigentliche — physiologische — Dickenachse*) des Membranstückes zwischen äusserem und innerem Contour zu betrachten und es ist somit ganz in der Ordnung, dass in dem Raum zwischen äusserem und innerem Contour der behöften Tüpfel eine Elastizitätsachse die Richtung jener auf einem mit der weitern Oeffnung der Zellwand aufgesetzten Trichter liegenden Radien zeigt. Dass die übrigen Elastizitätsachsenverhältnisse im Tüpfelhof andere sind, als in den tüpfellosen Membranstellen, kann dieser Auffassung kaum entgegenstehen.

Die Stärkekörner anlangend fand der Vortragende in Uebereinstimmung mit Nägeli und Schwendener, dass die radiale Elastizitätsachse grösser als die Resultirende der

---

*) Genau betrachtet liegen die Radien, von denen das Gesagte gilt, nicht vollkommen in der Flächenansicht, sondern auf einem Trichter, dessen engere Oeffnung dem Zellenlumen zugekehrt ist.

beiden tangentalen Achsen sein muss; dagegen konnte derselbe, im Widerspruch mit den genannten Forschern, zwischen Inulin und Stärkekörnern keinen optischen Unterschied wahrnehmen. Da nun das von Nägeli und Schwendener untersuchte Inulin aus einer Meeralge, Acetabularia mediterranea, stammte, während das vom Vortragenden untersuchte Inulin aus Dahliaknollen dargestellt war, so sprach der letztere die Vermuthung aus, es scheine zwei Arten von Inulin zu geben: ein Inulin, dessen radiale Elastizitätsachse, wie bei der Stärke, grösser (Inulin von Dahlia) und ein anderes (Inulin von Acetab. medit.), dessen radiale Elastizitätsachse kleiner als die Resultirende der beiden tangentalen Elastizitätsachsen sei.

Als bemerkenswerthe, eher für, jedenfalls nicht gegen die von Nägeli aufgestellte Ansicht, die doppelt brechenden Eigenschaften der Zellmembran etc. beruhen nicht auf Spannungen in der ganzen Masse, sondern auf dem krystallisirten Zustand der Moleküle, sprechende Thatsache glaubte der Redner noch hervorheben zu müssen, dass die Zellmembranen solcher chemisch nicht zu sehr alterirter, fossiler Hölzer, die nachweisbar einem ungeheuren Druck ausgesetzt waren und deren Zellen in Folge dessen vollständig zusammengepresst sind, genau dieselben optischen Verhältnisse zeigen, wie die Zellen lebender Hölzer. Der Vortragende hat hauptsächlich derartiges Fichtenholz aus Schieferkohlen mit Holz von Picea excelsa optisch verglichen.

C. Sitzung vom 22. November 1869.

1. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke.

Von Hrn. Prof. R. Wolf:

Kupffer, A. T. Compte rendu annuel. 1861. 4. St-Pétersb.
Annales de l'observatoire physique central. 1863. 2.
Mayer, Tobias. Gründlicher Unterricht zur praktischen Geometrie. 5 Theile. 8. Göttingen 1811.

Von Hrn. Prof. Kölliker in Würzburg:

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIX. 4. 8. Leipzig 1869.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift erhalten.

Monatsberichte der Akademie zu Berlin. 1869 Juli—August.

Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. 46. 8. Breslau 1869.

Abhandlungen der schlesischen Gesellschaft. Philos. hist. 1868, 2. 1869. Naturw. und Medizin 1868—69. 8. Breslau.

Mittheilungen der schweizerischen entomolog. Gesellschaft. Red v. G. Stierlin. Vol. III. 3. 8. Schaffhausen 1869.

Transactions of the litterary and philosophical society of Manchester. 3d series. Vol. 3. 8. London 1869.

Proceedings of the litterary and philosophical society of Manchester. Vol. 5—7. 8. Manchester 1866—68.

Von Redaktionen.

Zeitschrift für Chemie. Herausg. v. Beilstein. XII. 20. 21.

Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 1869. 47.

Angekauft.

Novitates conchologicae. Suppl. III. 20. 21. IV. 5—8.

Argelander, Fr. W. A. Astronomische Beobachtungen auf der Sternwarte zu Bonn. Bd. VII. 2. 4. Bonn 1869.

Candolle, A. de. Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis. P. XVI. 1. 8. Parisiis 1869.

Annalen der Chemie und Pharmacie. Supplementb. VII. 1. 8. Leipzig 1869

Bechtinger, Dr. J. Ein Jahr auf den Sandwichinseln. 8. Wien 1869.

Semper, Dr. C. Die Philippinen und ihre Bewohner. 8. Würzburg 1869.

2. Hr. Prof. Hermann hält einen Vortrag über thierische Elektrizität, in welchem er die wichtigsten Erscheinungen derselben und die bezüglich ihrer Deutung herrschenden Ansichten auseinandersetzt.

3. Hr. Prof. Escher von der Linth gibt eine kurze Uebersicht der Gegend von Agordo in den Venetianer Alpen, findet, dass die über Dolomitbildung bis jetzt aufgestellten Hypothesen noch Manches zu wünschen übrig lassen, indem kaum angenommen werden darf, dass der Dolomit dieses Districts tale quale aus dem Meere abgelagert worden sei, anderseits auch die vom chemischen Standpunkt aus plausibelsten Annahmen mit der so deutlichen regelmässigen Schichtung dieser kolossalen Dolomitmassen schwer zu vereinigen sind. Er weist dann Muster des Eisenkieses von Agordo vor, der im Durchschnitt 3 % Kupferkies enthält und bei welchem bekanntlich durch den Röstprozess die höchst merkwürdige Erscheinung hervorgerufen wird, dass der Kupferkiesgehalt sich in der Mitte der etwa faustgrossen Stücke bis zu 40—45 % konzentrirt, in Folge von Vorgängen, die trotz der scharfsinnigen, namentlich von Plattner darüber angestellten Untersuchungen noch nicht recht aufgeklärt sind.

D. Sitzung vom 6. Dezember 1869.

1. Anmeldung der Herren Prof. Lasius und Dr. med. Schwalbe, Privatdozent.

2. Hr. Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke.

Von den Verfassern:

Wolf, Dr. Rud. Astronomische Mittheilungen. XXV.

Pictet, F.-J. Rapport sur la question des limites de la période Jurassique et de la période Crétacée. (Bibl. univ.)

Von Hrn. Prof. Heer:

Lea, Isaac. Observations on the genus Unio. Vol. XII. 4. Philadelphia.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift erhalten.

Journal of the Linnean society. Zoology. 43—46.

» » » » » Botany. Vol. X. 48-51.

Journal of the Linnean society. Botany. Vol. XII.

List of the Linnean society. 1868.

Adress of G. Bentham etc. at the anniversary meeting of the Linnean society.

Zeitschrift des Ferdinandeum für Tirol und Vorarlberg. III. Folge. Heft 14.

Monatsberichte der Akademie zu Berlin. Sept. u. Okt.

Verhandlungen und Mittheilungen des niederösterreichischen Gewerbvereins. 1869. 34—37.

Mémoires de la société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux. T. V fin et t. VII.

Jahresbericht 7 und 8 des naturhistorischen Vereins in Passau. 8. Passau 1869.

Von Redaktionen.

Zeitschrift für Chemie. Herausgegeben von Beilstein u. A. Jahrg. XII. 22. 8. Leipzig 1869.

Angekauft.

Heuglin, Th. v. Ornithologie Nordostafrika's. 7. 8.

Wagner, Moriz. Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika. 8. Stuttgart 1870.

Jahrbücher d. k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Von C. Jelineck. Neue Folge Bd. IV. 1867. 4. Wien 1869.

Candolle, de. Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis. Pars XVI. Sectio post. Fasc. II. 8. Parisiis 1868.

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. Febr. 1869. 4. Zürich.

3. Hr. Prof. Culmann hält einen Vortrag über das Parallelogramm der Kräfte. Derselbe wird im folgenden Hefte abgedruckt werden.

E. Sitzung vom 20. Dezember 1869.

1. Die Herren Prof. Lasius und Dr. med. Schwalbe, Privatdozent, werden einstimmig als ordentliche Mitglieder in die Gesellschaft aufgenommen.

2. Hr. Alex. Beck, Privatdozent, Assistent der darstellenden Geometrie der Lage am Polytechnikum, wird durch Hrn. Prof. Fiedler zum ordentlichen Mitgliede vorgeschlagen.

3. Hr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende eingegangene Schriften vor:

Geschenke.

Von Hrn. Prof. Kölliker in Würzburg:

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XX. 1.

In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift erhalten.

Observations de Poulkowa. Publ. p. O. Struve. Vol. I et II. 4. St-Pétersbourg 1869.

Jahresbericht d. Nicolai-Hauptsternwarte. 8. St.Petersb. 1869.

Struve, O. Beobachtungen des grossen Kometen von 1861. 4. St. Petersburg 1868.

Gyldén, H. Ueber die Constitution der Atmosphäre. Zweite Abhandlung. 4. St. Petersburg 1868.

Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Wien. I. Abthl. Bd. 58, 1–5. 59, 1. 2. II. Abthl. Bd. 58, 2—5. 59, 1–3. 8. Wien 1868–69.

Astronomical and magnetical and meteorological observations, made at Greenwich. 1867. 4. London 1869.

Stettiner entomologische Zeitung. J. XXXI. 1—3.

Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Carlsruhe. Heft 4. 8. Carlsruhe 1869.

Bulletin de la société impériale des naturalistes. 1868. 4. 8. Moscou.

Bulletin de la société d'histoire naturelle de Colmar. Années I—IV. VI. VII. 8. Colmar 1860—69.

Bibliothèque de la société d'histoire naturelle de Colmar. 8. Colmar 1869.

Verhandlungen und Mittheilungen des niederösterreichischen Gewerbvereins. 38. 39.

Von Redaktionen.

Schweizerische polytechnische Zeitschrift. 9.

Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 50. 51.

Gäa. 9.

Angekauft.

Connaissance des temps. Avec add. p. 1871. 8. Paris.

Transactions of the Royal philos. society. 1869. 1. 4. London.

Lagrange. Oeuvres. T. 4. 4. Paris 1869.

Gervais, P. Zoologie et palæontologie générales. I. Livr. 12. 13. 4. Paris.

Heuglin. Ornithologie Nordostafrika's. Lief. 9—11.

Walpers. Annales botanices syst. T. VII. 4.

Allgemeine Encyclopädie der Physik. Herausg. v. Karsten. Lief. 20.

Annalen der Chemie und Pharmacie. LXXVI. 2.

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. 1869. 4.

5. Hr. Med. Dr. Schoch gab unter Vorweisung einer Reihe von parasitologischen Präparaten, meist Bandwürmer und der dazu gehörenden Blasenwürmer, einige Mittheilungen über das Vorkommen und die Häufigkeit der drei bekanntesten menschlichen Bandwurmarten im Kanton Zürich. Von 19 dieser Helminthen, die im Laufe des Jahres 1869 in der Stadt Zürich und Umgebung abgetrieben wurden und mir zur Untersuchung geschickt worden sind, gehörten 1 der Art Taenia Solium an, 2 dem Bothriocephalus latus und die übrigen 16 sind Taeniae mediocannelatae. Davon wurden eine Taenia Solium, ein Bothriocephalus und zwei T. mediocann. mit sammt dem Kopf abgetrieben, die andern erhielt ich ohne Kopf. Die überwiegende Häufigkeit der schwerer zu abortirenden T. mediocannelata gegenüber der T. Solium ist wahrscheinlich bedingt durch die polizeilichen Einrichtungen der städtischen Fleischschau, und dies würde zur Sicherheit erhoben, wenn die Verhältnisse der Häufigkeit auf dem Lande, oder in weniger skrupulösen Kantonen andere wären, als in der Stadt Zürich; hierüber fehlen aber noch alle Angaben. Da der gemeine Kettenbandwurm durch Ingestion des finnigen Schweinefleisches, also des Cysticercus cellulosae, im menschlichen Darm entsteht, während die T.

mediocannelata durch die etwas kleinern Finnen oder Blasenwürmer des Rindes in den Menschen übergepflanzt wird, so ist die Infection des Menschen abhängig von den Mitteln, die er zur Vermeidung der Gefahr anwendet. Das im Kothe wühlende Schwein wird, wenn es mit einem von Bandwurmeiern erfüllten Areal in Berührung kommt, in Folge seiner malpropern Lebensweise sich mit einer sehr grossen Anzahl Blasenwürmer inficiren; die zahlreich aus den Bandwurmeiern ausschlüpfenden Embryanen werden massenhaft die Magen- und Darmwand des Wirthes durchbrechen und in grösseren Gruppen in das Fleisch und Zellengewebe des Schweines auswandern, wo sie grössere Haufen erbsengrosser Blasenwürmer bilden, die bei einigermassen aufmerksamer Fleischschau kaum übersehen werden dürften. Ganz anders ist die Infection der Rinder und seltener auch der Schweine mit den kleinen Blasenwürmern von Taenia mediocannelata. Die in der Jauche suspendirten Eier dieses Bandwurmes werden beim Düngen der Wiesen auf ein sehr grosses Areal verbreitet, die meisten vom Regenwasser in den Erdgrund hinuntergeschwemmt und nur wenige werden fast zufällig am wachsenden Grashalm kleben bleiben und so zu oft wiederholter, aber sehr ungleichmässiger Infection des weidenden Rindes Veranlassung geben. Die im Magen des Rindes daraus sich entwickelnden spärlichen Embryonen werden zu verschiedenen Zeiten und auf ganz verschiedenen Wegen in das Zellgewebe des Wirthes eindringen, darin selten ganze Nester von Blasenwürmern bilden, sondern ziemlich gleichmässig und vereinzelt durch den ganzen Körper verbreitet sein; sie werden daher selbst bei sorgfältiger Fleischschau um so eher der Beobachtung entgehen, je spärlicher sie sind. In der That gelang es dem geübten Fleischschauer in Zürich bisher nicht, im Schlachtvieh solche Blasenwürmer zu entdecken.*)

---

*) Hr. Dr. Siedamgrotzky fand kürzlich in einem Rind auf der hiesigen Thierarzneischule zwei ganz vereinzelte Cysticercen der T. mediocann.

Was die Infection des Menschen betrifft, so ist bekannt, dass selbst finniges Fleisch unschädlich ist, wenn es gekocht oder gut geräuchert wurde, und nur rohes, bloss an der Luft gedörrtes oder unvollständig geräuchertes finniges Fleisch inficirt. Es haben daher Taenien vorzüglich Metzger, Wurster, Köche und Köchinnen, überhaupt Leute, die hie und da die Gelegenheit des Genusses von frischem Hackfleisch benützen. Ferner sind mir Fälle bekannt, wo Kinder unter einem Jahr, denen ihr Arzt den Genuss fein zerschnittenen Rohfleisches verordnete, Bandwürmer bekamen; endlich sind die vielfältigen Gourmands durch den Genuss von westphälischem Schinken, sog. russischen Beefsteaks etc. einer Infection von Taenien ausgesetzt. Auf welchem Wege die Keime oder Vorstadien des besonders am Genfersee so häufigen Bothriocephalus latus in den Menschendarm gelangen, weiss man noch nicht, wahrscheinlich ist das Trinkwasser sein Träger oder Vermittler des Trägers.*) Dabei ist die Entdeckung von Prof. Melnikow**) in Kasan wohl zu berücksichtigen, welcher das Cysticercoïd, oder die Finne eines längst bekannten Hundebandwurmes, der Taenia cucummerina, in dem Leibe einer Haarlaus vom Hunde (Trichodectes canis) gefunden haben will. Man könnte als analogon wohl vermuthen, dass die kleinen Cyclopen oder Süsswasserkrebschen des Genfersee's die Träger von Cysticercoïden des Bothriocephalus bildeten. Noch wahrscheinlicher ist ebenfalls ein auf der Katze parasitisch lebender Mallophage Träger des Keimes ihrer so häufigen Taenia elliptica, da man bisher vergeblich in Maus und Ratte nach einem dahingehörenden Cysticercoïd gesucht hat, und alle Fütterungsversuche dieser Nager mit Proglottiden des betreffenden Katzenbandwurmes nur negative Resultate ergeben haben.

---

*) Knoch will aus den direct dem Ei entspringenden Embryonen des Bothriocephalus latus den ausgebildeten Parasiten in Hunden erzogen haben, es fehlte also ein Zwischenwirth. Journal de l'anatomie et de la physiologie par Robin. Janvier 1870. Paris.

**) Troschel, Archiv f. Naturgesch. Berlin 1869. Pag. 62.

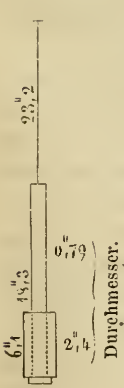
6. Hr. Prof. Heer hielt einen Vortrag über die diluvialen Ablagerungen Spitzbergens. Es gehören dazu Muschellager, welche an vielen Punkten Spitzbergens, besonders an der Westküste und bis zum 80.° nördl. Br. hinauf, beobachtet wurden. Sie erheben sich stellenweise bis 200 Fuss ü. M. Wichtig sind besonders die Ablagerungen des Eisfiordes in der Adventbai und im Renthierthale, welche von Professor Nordenskjöld im Sommer 1868 genauer untersucht worden sind. Neben den Mollusken kommen in den Lettenschichten der Adventbai auch Pflanzen vor, welche stellenweise ganze Filze bilden. Diese Filze sind besonders von einer Tangart (Fucus canaliculatus L.), aber auch von Moosen gebildet, zwischen welchen die Blätter der Polar-Weide nicht selten sind. Im Ganzen konnten 33 Pflanzen-Arten bestimmt werden; die Thiere dieser Ablagerungen gehören zu 10 Arten, von denen eine zu den Hautpolypen, die andern zu den Mollusken gehören. Von diesen finden sich 6 Arten noch an den Küsten Spitzbergens, während 2 Arten (Cyprina islandica und Litorina litoralis) zwar noch in der arctischen Zone, aber nirgends in Spitzbergen leben und eine (der Mytilus edulis) zwar einmal an einem Seetang gesammelt wurde, aber sonst allen Nachforschungen in Spitzbergen entging, während sie im subfossilen Zustande zu Tausenden bis zu 80° nördlicher Breite vorkommt.

Die Pflanzen gehören in der Mehrzahl Arten an, die noch in Spitzbergen leben, doch sind auch unter ihnen Arten, welche jetzt der Spitzberger-Flora fehlen, und dahin gehört gerade die häufigste Art, der Fucus canaliculatus L. Dies zeigt uns, dass seit der Ablagerung dieser Gebilde eine wesentliche Aenderung in der Zusammensetzung der Fauna und Flora Spitzbergens vor sich gegangen ist. Da unter den Pflanzen und Thieren Arten vorkommen, die jetzt nicht mehr so hoch in den Norden hinaufreichen, scheinen sie ein etwas wärmeres Klima anzuzeigen, als es jetzt in Spitzbergen besteht, obwol das Klima schon damals ein arctisches war, da fast alle Arten auch jetzt noch in der arctischen Zone vorkommen. Der Vor-

tragende schliesst daraus, dass diese Ablagerung nicht zur Gletscherzeit sich gebildet haben könne, sondern wahrscheinlich zur selben Zeit, als die Schieferkohlen unseres Landes erzeugt wurden. Damals scheint das Klima auch im Westen und Süden Europa's etwas wärmer gewesen zu sein, als gegenwärtig. In dem Waldbett von Norfolk (in England), das derselben Zeit angehört, wurden die Zähne derselben Rhinoceros- und Elephanten-Art (Elephas antiquus) gefunden, die wir von Dürnten kennen, zugleich aber auch die Zähne des Nilpferdes und in Grays Thurrok mit diesen Zähnen Muscheln, die jetzt England fehlen, aber in mehr südlich gelegenen Gegenden sich finden. Ebenso hat man im südlichen Frankreich (bei Marseille) bei den Zähnen des Elephas antiquus Pflanzen entdeckt, die zum Theil jetzt nicht mehr dort leben und erst in südlicheren Breiten getroffen werden.

Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte. (Fortsetzung.)

179) Horner, Zürich 1819 III 17. (Fortsetz.) Hätte ich nicht Quecksilber vorräthig, so hätte ich versucht ein ökonomischeres Pendel zu machen. Ich hätte einen Flintenlauf von nahe 20″ Länge mit Quecksilber gefüllt, so dass er ungefähr das 4fache der erforderlichen Ausdehnung gegeben hätte: Diesen würde ich unten mit einem 5 bis 6″ hohen Bleycylinder umgeben haben, welchem man dann etwa das dreyfache Gewicht der Quecksilbersäule geben kann. Nach einem Ueberschlag, welchem die oben angeführten Ausdehnungen des Quecksilbers und Eisens zu Grunde liegen, und bey welchem auf die Erweiterung des Flintenlaufs durch die Wärme und auch auf die eigene Compensation des Bleycylinders durch sich selbst (Bley = 0,000028 für 1° C) Rücksicht genommen wurde, fand ich folgende Maasse für ein solches Pendel: Inwendige



Weite des Flintenlaufes 0″,67 Par.; Metalldicke desselben 0″,06; Gewicht desselben 0,51 ℔ Franz. Markgew.; Länge 18″,3 (oder das 4fache der zur Compensation erforderlichen Höhe 4″,58 nach Abzug der Ausdehnung des Bleycylinders selbst): Gewicht des Quecksilbers 3,54 ℔; das Dreyfache hievon oder das Gewicht des Bleys 10,63 ℔; Schwere des ganzen Pendels 14,17 ℔; Höhe des Bleycylinders 6″,1; sein Cubic-Inhalt 23,2 Cubic-Zolle; Durchmesser (nach Abzug des in demselben steckenden Flintenlaufs) 2″,37; der gemeinschaftliche Schwerpunct wird wegen der Quecksilbersäule um 1″,76 erhöht, steht also 4″,8 über dem untern Ende des Pendels, welches 41″,5 lang wird. — Wollte man statt des Bleycylinders eine Linse nehmen, so würde diese etwa 5″ Durchmesser und 2″ Dicke erhalten. Der Cylinder hat aber wegen seiner geringen Oberfläche wahrscheinlich weniger Reibung in der Luft. — Noch fällt mir etwas wegen den Stundenrädern an der Uhr ein. Mir däucht, dass der vielleicht etwas ungleiche Widerstand, den das Minutenrad bey dem Eingriffe ins Stundenrad (besonders nach der gewöhnlichen, etwas weniger sorgfältigen Construction) erleiden muss, ungute Rückwirkungen auf Steigrad und Pendel haben könnte. Wäre es nicht besser das Stundenrad vom Hauptwerk bewegen zu lassen, indem man den Stundenzeiger ebenfalls nur durch Reibung an der Axe befestigte, so dass das Minutenrad, welches doch so nahe an der ersten Bewegung ist, nichts mehr zu schleppen hätte? — Von einer neuen Methode, die absoluten Declinationen der Sterne, die dem Equator nicht allzunahe sind, ohne ein eingetheiltes Instrument, allenfalls mit einem Bougner'schen Heliometer zu bestimmen, ein andermal.

Horner, Zürich 1820 V 25. Wir sind, wie mir scheint, auf gutem Wege unsre Correspondenz sachte aufliegen zu lassen, und da mir das gar nicht lieb wäre, ich vermuthlich auch zum schreiben besser Zeit habe als Sie, so bin ich so frey diese Stille durch einen freundlichen Laut zu unter-

brechen. — Sie haben inzwischen grosse Reisen gemacht, allerley Neues gesehen, und sind nun mit grossen Instrumenten vollauf beschäftigt. Bey mir ist's leider im Alten geblieben, und was noch schlimmer ist, die immer von Zeit zu Zeit wiederkehrende Kränklichkeit meiner Frau hält mich an Haus und Hof gebannt, so dass ich nie dazu komme etwas grössere Reisen zu machen, z. B. nach Paris oder Genua, wo ich schon lange gerne gewesen wäre. Vielleicht gehen Sie in Jahr und Tag mit Ihren Instrumenten dahin, sie aufzustellen. Wenn das nicht gerade in der ersten Frühlingszeit ist, wo ich am meisten gebunden bin, so möchte ich wohl Ihren Begleiter abgeben. — Ich habe seither mit dem Utzschneider'schen Theodoliten exercirt, und ihn zu meinem Erstaunen nicht übel gefunden. Allerdings dürften, wie Prof. Schumacher richtig bemerkt hat, an den Messinstrumenten die Fernröhre noch stärker seyn. Der hat nun eine beneidenswerthe Laufbahn: Die besten Künstler zu Freunden, einen König zum Besorger alles Nöthigen, schöne Reisen auf Regimentsunkosten, und ausgedehnte Messungen zum Geschäft; das ist etwas anderes als das Federnkauen auf dem Zimmer, oder die Quälerey mit nothdürftigen Mitteln für eine unbedeutende isolirte Observation. — Ich habe endlich vor ein paar Wochen meinen seit 1815 bestellten Spiegelsextanten von Utzschneider bekommen; der grosse Spiegel giebt leider kein scharfes Bild bey 13maliger Vergrösserung des Fernrohrs, was doch die Troughton'schen Spiegel wohl vertrugen. Die Theilung ist nachlässig, indem vom 41 bis 60° die Striche nicht bis zum Vernier gehen, da sie nicht ausgezogen worden sind. Ein solches Instrument würde ein ächter Künstler nicht aus den Händen geben. Von Excentricität u. dgl. mag ich nicht reden, die gibt der ungleiche Abstand der Verniers bereits zu erkennen. Ich behalte inzwischen das Instrument, einerseits weil es wirklich spottwolfeil ist (es kostet 100 Gulden Reichsgeld), und anderseits weil ich es nicht entbehren kann, da ich an dem Hause, wo ich wohne, theils wegen seiner

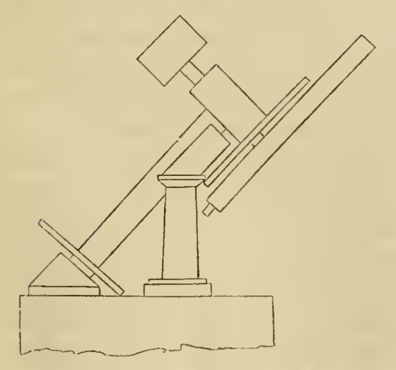
Stellung gegen den Meridian, theils weil es nicht mein eigen ist, kein Passageninstrument anbringen kann. — Das neue Transversalmikrometer von Valtz habe ich probirt; es scheint mir vor dem Kreismikrometer das voraus zu haben, dass die Beobachtungen nicht so lange Zeit erfordern wie bei Jenem. — Das prismatische Mikrometer von Arago werden Sie kennen. Es ist zu Planetenbeobachtungen und zur Bestimmung der Vergrösserung sehr bequem. — Sie haben, wie Herr von Zach schreibt, mehrere grosse und bedeutende Instrumente für die neue Sternwarte in Marlia übernommen. Ich wollte, ich bekäme auch etwas davon zu sehen. Finden Sie auch immer gute Arbeiter? Alles kann man doch nicht selbst machen. — Was sagen Sie zu dem 30füssigen Zenithsector Troughton's? Das heisst doch wohl wieder in die alten Fehler verfallen; da muss man den Mauren gut trauen können. Sollte man nicht auch zuweilen statt eines Zenithsectors ein Heliometer brauchen können, das im Brennpunkt einen Querfaden trüge, und um eine verticale Axe beweglich wäre?

Repsold, Hamburg 1820 VI 22. Entschuldigen Sie mein langes Stillschweigen, schon vor langer Zeit war es mein Wille Ihnen zu schreiben, aber so gehet es, fängt man erst mit dem Aufschieben an, so kommen immer neue Hindernisse, und man verschiebt in einem fort. — Das Herumreisen im vorigen Jahre hat mir nicht wenige Zeit weggenommen, wodurch die Arbeiten sich bedeutend gehäuft, und eine noch grössere Störung brachte der Bau meines Hauses mir zu wege. Jetzt bin ich ganz wieder eingerichtet, wozu viel Zeit gehört hat; meine Wohnung und die Werkstellen haben eine bedeutende Verbesserung durch Wegnahme einiger Wände und durch eine neu aufgesetzte Etage erhalten. Ob indessen die Feuchtigkeit des fast neuen Gebäudes oder andere Ursachen das Kränkeln diesen Winter und Frühjahr, welches meine Familie traf, veranlasste, weiss ich nicht; ich selbst bin nicht verschont geblieben; seit etwa 8 Tagen hat der Arzt erst seine Besuche eingestellt. Meine Frau mit

einigen Kindern ist zur schnellern Herstellung ihrer Gesundheit aufs Land gegangen; ich führe mit den andern Kindern hier die Wirthschaft; alle Wochen gehe ich ein oder zwei mal zu ihr hinaus. — Meine jetzige Werkstelle zu sehen würde Ihnen gewiss Freude machen; mit der frühern ist sie nicht zu vergleichen, ich habe sehr vieles daran verwandt. Jetzt arbeite ich vorzüglich an einer Theilungsmaschine von 1½ Fuss, die bis zur Theilung beinahe fertig ist. Das Gewicht des Kreises betrug vor der Ausarbeitung 295 ℔ und etwa 100 ℔ sind in die Spesen gegangen; die Theilung hoffe ich wenigstens auf eine halbe Sekunde genau durch die Reichenbach'sche Theilungsmanier zu erhalten. — Ein parallaktisches Instrument für von Zach ist in Arbeit womit ich nicht weiter vorrücken kann bis die Theilungsmaschine ganz zu stande seyn wird. Zur Beihülfe habe ich drei ziemlich geschickte Arbeiter, und vier zur Ausführung gröberer Sachen. — Für Schumacher's Basismessung habe ich noch vieles einzurichten, wozu noch viel Zeit erfordert wird. Die Messung geschieht im September in Gegenwart von Gauss; ob auch Reichenbach dabey seyn wird, weiss ich nicht, im August kömmt er aber gewiss hieher. — Zur Errichtung einer ordentlichen Sternwarte in Hamburg habe ich jetzt einige Hoffnung; Plan, etc. habe ich bereits eingegeben; der Platz für dieselbe ist beym Altonaer-Thor gewählt. — Im vorigen Jahre habe ich auch die Mannheimer, Pariser und Greenwicher-Sternwarte besehen, die beiden ersten haben ganz gleiche Instrumente, die bis auf einen dreifüssigen Reichenbach'schen Kreis vom alten Schlage sind; bey der letztern ist ein neues 10füssiges Mittagsfernrohr und der bekannte 6füssige Kreis, beide Theile von Troughton. An mehreren alten Instrumenten fehlt es auch nicht. Das Passageninstrument ist sehr stark gebauet, hat im Mittel der Achse eine Kugel von 1 Fuss woran die Conen befestiget sind, ob diese aber eingelöthet oder auf andere Art befestiget habe ich nicht erfahren. An der Achse ist ein Kreis von

$1\frac{1}{2}$ Fuss und nahe dem Ocular zu beyden Seiten sind 2 kleinere Kreise von 8 Zoll, mit Libellen auf dem Vernier. — Der Kreis von 6 Fuss ist bedeutend schwer gemacht, hat 16 hohle Speichen von geschlagenem Messing, die den gegossenen Theilungsring von 2 Zoll Breite und $\frac{3}{4}$ Zoll Dicke halten. Das Fernrohr kann beliebig auf dem Kreise verschoben werden, durch eine Klemme wird es am Kreise gehalten; Gegengewichte finden nicht, soviel ich mich erinnere, dabey statt. Die dicke Achse des Kreises ist in einem grossen Stein befestiget. Durch 6 Mikroskope wird abgelesen, durch eine bewegliche Treppe gelangt man zu den obern Mikroskopen. Die Theilung ist auf der hohen Kante, Strich- und Punkte-Theilung. — Die Einrichtung der Sternwarte hat mir so wenig wie die grossen sich schwer zu bewegenden Instrumente gefallen; ich glaube, dass man mit viel kleinern Instrumenten, wenn sie vortheilhafter eingerichtet sind, mehr leisten kann. Der 30füssige Zenithsector ist noch nicht ausgeführt. Die englischen Künstler der astronomischen Instrumente haben mir nicht sonderlich gefallen; ihre Werkstellen sind im ganzen schlecht, und vortheilhafte Einrichtungen habe ich bei ihnen nicht gesehen, von denen ich Gebrauch machen möchte. Die Maschinerie der Fabrikwesen hat mir hingegen sehr gefallen, manche sinnreiche Einrichtung habe ich gesehen, durch die ich hinlänglich entschädiget bin. — Von Fortin in Paris wird ein 6füssiger Kreis, gleich dem Troughton'schen, für die Pariser-Sternwarte ausgeführt. Dieser Künstler gab sich alle Mühe mich mit den kleinsten Theilen und der Einrichtung dieser Kreise bekannt zu machen; selbst zeigte er mir die Theilungsmanier, die kostbar an Vorrichtung, viele Zeit erfordert und wegen Dehnung der Metalle nicht zuverlässig ist; diese ist auch nach Troughton's Manier. — Sollte von Zach wünschen, dass ich den Meridiankreis, wobey kommendes Jahr erst angefangen werden kann, dorten aufstelle, so würde es nur unter den Umständen geschehen, dass ich Sie zum Reisegefährten haben könnte, und würde mich gerne nach der Ihnen passenden Zeit einrichten.

Horner, Zürich 1820 IX 9. Empfangen Sie meinen aufrichtigen Dank, mein theurer Freund! für Ihren angenehmen und belehrenden Brief. Dass Sie Ihre Wohnung in Ordnung gebracht haben, freut mich für Sie und Ihre Familie; denn früher waren Sie nicht eigentlich bequem; aber dass Sie und die Ihrigen es mit ihrer Gesundheit haben bezahlen müssen, ist fatal. Hoffentlich hat der heisse Sommer nun die bösen Dünste verzehrt, und die neue Werkstelle muss Ihnen denn doch ein wahres Vergnügen machen: Hätte man nur so Geld und Zeit, wie so mancher Laffe von Engländer etc., so käme ich sogleich Ihre neuen Einrichtungen, und was mir noch wichtiger wäre, Sie und die Ihrigen zu sehen. — Ihre Theilmaschine wird ihres Gleichen nicht haben, wenn sie auf eine halbe Sec. genau wird; mit der Zeit hoffe ich dann auch etwa ein capitales Instrument zu kriegen, das darauf getheilt ist. Wird das parallaktische Instrument nach Reichenbach'scher Art construirt oder machen Sie etwas Neues der Art? Ich gestehe, dass mir die steinerne Säule, die lange Axe und die Anbringung des Kreises in der Mitte nicht recht gefällt. Ich würde eine hohle gegossene eiserne Säule vorziehen, die ein wenig gekröpft wäre, um Kreis und Fernrohr überall frei zu lassen; etwa wie in beistehendem Abriss. Es ist doch angenehm, wenn man die Nase überall bequem anbringen kann; und braucht dann die Steinmasse nicht so hoch zu seyn. Der Axe kann man für das Einbiegen in der Mitte auf die eine Art wie auf die andere sattsam begegnen. — Schumacher ist ein wahres Glückskind, für seine Arbeiten nicht nur die Unterstützung



eines Königs, sondern was weit mehr ist die so geschickter Künstler zu haben. Er hat neulich Tafeln herausgegeben, die mir sehr zweckmässig erscheinen: nur wünschte ich, dass er nicht so sehr mit der Herausgabe geeilt hätte. Das Gantze hätte dann an Ordnung und Brauchbarkeit gewonnen. — Ich danke Ihnen sehr für Ihre Beschreibung der Greenwicher Sternwarte. Der dortige Meridiankreis wird bey dieser Belastung bald genug eine tüchtige Excentricität zeigen, welcher freylich durch die vielen Mikroscope zum Theil begegnet werden kann. Wie sich am Zenithsector ein 30 fuss langes Rohr oder Stab oder Säule machen lasse, welches nicht zu schwer auf der Unterlage aufliege, und reibe, und sich nicht biege, davon habe ich keinen Begriff. Reichenbach hat die Instrumente auf ihre rechte Grösse zurückgebracht, bey der man bleiben sollte. Fortin wird dem Anschein nach seinen Kreis noch nicht sobald vollenden: Er und Troughton sind zu alt. Beyde nehmen zu wenig Notiz von dem, was andere geschickte Leute vorgeschlagen und ausgeführt haben. — Dass Sie Hoffnung haben, wieder eine eigene Sternwarte für sich zu erhalten, freut mich sehr. Wenn es auch zuweilen ein zeitraubendes Geschäft ist, so ist es dagegen auch wieder sehr unterhaltend; und wo man, wie Sie, es in der Macht hat, alles aufs Beste einzurichten, hat man beym Beobachten auch nur halbe Arbeit. Zu dem ist Ihnen eine solche Anstalt zur Probirung und Berichtigung Ihrer neuen Instrumente unentbehrlich. — In dem Januarheft der Correspondance astronomique hat Hr. v. Zach den Herren von der Pariser-Academie: Delambre, Arago, Biot, etc. eine furchtbare Lection gegeben. Mich wundert sehr, was das zur Folge haben wird; denn so hat noch Niemand mit den Franzosen gesprochen. Obgleich seine Strafpredigt etwas zu weitläufig und zu lange ist, so hat er in der Hauptsache doch vollkommen recht, und es ist Zeit, dass dem übermüthigen Ton dieser Herren entgegen gearbeitet werde. Sehr viele Franzosen und die meisten Ausländer werden ihm beystimmen.

Es ist zu wünschen, dass auch die deutschen Geometer ihm beystehen, und auch in dem analytischen Gebiete die Spectakelmacherei in ihrem wahren Lichte darstellen. — Zur Sonnenfinsterniss am 7 Sept. haben wir sehr gutes Wetter gehabt; der Ring blieb hier nur $1^m\ 37^s$ geschlossen. — Krankheit, Hunger und Prügel sind doch drey grosse Uebel, deren Last keine Philosophie wegraisonniren kann.

Horner, Zürich 1820 XII 5. Ich habe von Ihrer Basismessung aus den Briefen von Prof. Schumacher an Hrn. v. Zach mit grossem Interesse einiges gelesen. Das ist wohl eine der genauesten Standlinien, die je gemessen worden sind. Eiserne Stangen sind wohl die besten, die man wählen kann, da die Ausdehnung dieses Metalles sehr vielfach geprüft worden ist, und auch die Angaben darüber sehr gut zusammen stimmen. Es wäre zu wünschen, dass Prof. Sch. mit der Zeit den ganzen Detail der Operationen bekannt machte. — Hier, d. h. etwa 10 Meilen von Zürich, wird man nächstes Frühjahr ein eigenes Experiment vornehmen, — nemlich Eis mit Pulver zu sprengen. Die Sache verhält sich so: In einem hohen Bergthal des Cantons Wallis über der Baumgrenze hinauf, in dem sog. Bagnethal, stürzt seit 1812 von einem hoch überhängenden Gletscher das Eis in ungeheuren hausgrossen Blöcken herunter, gerade in den Ausgang des engen Bergthales, und hat auf diese Weise denselben durch einen 300 bis 500 Fuss hohen und an der Basis etwa 2000 Fuss im Durchschnitt haltenden, ein parabolisches Segment bildenden Damm geschlossen, welcher die Quellen und Gletscherwasser zu einem mehrere Millionen Cubicfuss haltenden See aufschwellte. Im Jahre 1818 liefen durch einen Durchbruch am Rande des Eisdammes in einer halben Stunde einige hundert (?) Cubicfuss Wasser ab, und verursachten auf ihrem langen Lauf bis ins Thal des Rhodans hinab, ungeheure Verwüstungen. Stollen, die man ins Eis trieb, wurden bald durch neue Eisstürze von oben an beyden Enden verstopft; dabey ist diese Eismasse in beständiger

innerer Bewegung, die von ihrer Last, und dem Abschmelzen im Grunde verursacht wird: sie hat daher schon zweymal einen von Felsblöcken gebauten Tollgraben, den man an den entblössten Stellen anlegte, zerdrückt. Ist Ihnen nichts darüber bekannt, wie sich das Eis beym Sprengen verhalte? Man ist hier ganz darüber im Dunkeln. Man wird erst mit Bohrlöchern, wie beym Steinsprengen, und wenn dieses geräth mit Minen es versuchen.

Horner, Zürich 1821 III 31: Ich habe im Februar mich viel mit dem Comet abgegeben; aber mit dem Kreismikrometer nicht viel genaues machen können. Die Declinationen fallen meistens gar zu schlecht aus. Gegenwärtig macht mir nemlich Oeri in hier ein Fadenmikrometer mit beweglichen Querfäden, das gut zu werden verspricht. Die Schraubenbewegungen sind alle auf Reichenbachische Manier angebracht, und die beyden beweglichen Rahmen schleifen in einander, was eine sehr hübsche Bewegung gibt, besser als mit Coulissen. Ich habe das in einem Englischen Buche von Brewster gesehen. Es soll Distanzen bis auf 2° messen. Repetition ist keine dabey angebracht, da die Schraubengänge eine Secunde angeben. Ich habe dazu einen Gang meines ehemals bey Ihnen verfertigten Schneidzeuges gewählt, dessen Umgang 2′ gibt Das Schlimmste ist, dass man überhaupt auf die Gleichheit der Schraubengänge sich nicht recht verlassen kann. Wir haben davon neuerlich ein paar Beyspiele gemacht. Oeri wollte sich eine Theilmaschine für gerade Linien verfertigen. Um dem ungleichen Zuge und der Reibung zwischen Schiebleisten zu entgehen, hielten wir fürs Beste, dass der Cylinder des Schraubenganges selbst die Leitung des Strichziehens ausmache. Oeri drehte und schmirgelte also einen Dorn von Englischem Stahl aus, der einen Zoll dick und etwa 18 Zolle lang war. Auf diesen wurde ein ziemlich feiner Gang von etwa ⅓ Linie und von geringer Tiefe mit einem Schneidezeug eingeschnitten, dessen Backen etwa einen 10 Zoll (?) breit waren: sie schnitten vor-

trefflich, und im Schneiden wurde nur langsam vorgerückt: der Erfolg war, dass die Gänge am Ende des Dorns weiter wurden, als zu Anfang desselben: so sehr, dass eine Mutter, die etwa 70 Gänge fasste, daselbst nicht mehr passen wollte. Das nemliche hat sich auch bey einem andern Mechanikus mit einer eben so langen Spindel und tieferm, gröberm Gewinde ergeben. Wären die Gänge am spätern Ende enger und kürzer, so würde ich dieses dem Widerstand, den die Härte des Metalls dem Vorrücken des Schneidezeugs entgegensetzt, zuschreiben, — oder vermuthen, dass der Dorn während dem Schneiden erwärmt worden sei, also die Gänge sich nach dem Erkalten zusammengezogen hätten. Aber für das Grösserwerden derselben weiss ich keinen Grund aufzufinden. Können Sie mir etwas darüber sagen? Und wissen Sie überhaupt eine sichere Methode eine so lange Schraube gleichförmig zu erhalten? Sie würden mich durch Mittheilung derselben sehr verbinden. Vielleicht muss man zum Drehstahl oder dem sog. Kamm seine Zuflucht nehmen. —Reichenbach scheint wieder mehr auf astronomische Instrumente sich einlassen zu wollen als bisher. Er stellt jetzt auf einmal mehrere Arbeiter an. Bey Liebherr geht es im alten Schlendrian fort: Miserables Werkzeug, beständiges Zanken mit den Arbeitern, vorzügliche Begünstigung der Uhrmacher, Knickerey bey allen Zuthaten, das ist die einstimmige Klage derjenigen, die dort eintretten.

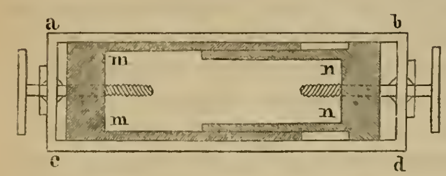
Repsold, Hamburg 1821 IV 15. Entschuldigen Sie theuerster Freund mein langes Stillschweigen. Wie ich im vorigen Jahre von der Schumacherschen Basismessung heim kam, erhielten mehrere meiner Kinder das Scharlachfieber und meine Frau blieb nicht verschont davon. Nach Verlauf eines Monats waren 6 mehr oder minder gefährliche Kranke im Hause, nur eines meiner Kinder ist verschont geblieben. Sie sind alle glücklich durchgekommen, nur dem jüngsten Kinde fehlt bis jetzt das Gehör noch. Ich habe wie sie sehen einen sehr schlechten Winter verlebt, und die Lust zum Ar-

beiten war selten weit her. Jetzt gehet es wieder besser, ich bin beschäftiget bey einem kleinen Passageninstrument und mache einige Verbesserungen an dem Basismessapparate. Die drey gebrauchten Messstangen sind von 2 Toisen Länge, 1½ Zoll dickem Eisen, in hölzernen Kasten so eingeschlossen, dass sie nur an beiden Enden 1½ Zoll herausragen. Durch angebrachte Gegengewichte ist die Schwere jeder Stange gehoben. Die Zylindrischen Enden der Stangen liegen in metallenem Lager. Durch einen aus dem Kasten herausragenden Hebel lässt sich jede Stange im Kasten sehr leicht hin und her bewegen, um ihr die verlangte Entfernung von der andern Stange geben zu können. Auf jeder Stange sind jetzt 4 Thermometer eingelassen, auf der Stange stehen zu beiden Enden Niveau's die horizontale Lage derselben anzugeben. Im Deckel des Kastens sind vier Glasfenster mit Lücken. Jede Stange wird beim Gebrauche auf zwei stellbare hölzerne Böcke, die auf eingeschlagenen Pfählen stehen und von denen jeder mit 150 ℔ belastet ist, gelegt. Die Enden der Stangen sind mit hartem Stahl versehen, das eine Ende senkrecht, das andere convex abgedreht, geschliffen und polirt. Eine vierte Stange wird noch zugemacht. Die Entfernung der Stangen von einander zu bestimmen dient ein gläserner Keil, dessen Neigung so gewählt ist, dass eine halbe Linie tiefere Senkung desselben = 0,01 Linie beträgt. Bei den vier gegen einander gelegten Stangen, wird bei jeder neuen Verlegung der hintern gegen die vordern das Interval zwischen jeder Stange wieder gemessen, um sich von der Unverrücktheit hinlänglich zu vergewissern, wobei die Stangenlänge durch die veränderte Temperatur sehr merkbar wird. Um mit den horizontalen Stangen stuffenweise höher oder niedriger gehen zu können und die Endpunkte genau zu bestimmen, dient ein von Glockenmetall 3 Fuss langer Zilinder von 1 Zoll Durchmesser, an dessen oberes Ende sich ein Niveau zum lothrechten Einstellen desselben befindet. Dieser Zilinder wird durch die Vorrichtung am oberen und

unteren Kasten so gestellt, dass bei seinem lothrechten Stande mittelst des Glaskeiles die Entfernung der Messstangen von demselben angegeben werden können. Schumacher hat den ganzen Apparat in Steindruck machen lassen, wenn Sie wollen, schicke ich Ihnen diese Blätter. — Unser Navigationslehrer Rümcker ist nach Neu Holland gegangen, um dorten ein astronomisches Observatorium einzurichten und eine Gradmessung auszuführen.

Horner, Zürich 1822 III 13. Vor etwa einem Jahre erkrankte meine Frau, die seit mehreren Jahren nur den Herbst und Winter über sich leidlich befunden hatte, auf's Neue dergestalt, dass Ihre Kräfte trotz aller angewandten natürlichen und künstlichen Stärkungsmittel immer mehr dahinschwanden, so dass sie bereits im Sommer das Bett nie mehr verlassen konnte. Was sie selbst bei diesem hülfslosen, langweiligen, entmuthigenden Zustande litt, — was ich und mein ganzes Hauswesen dabei zu leiden hatten, können Sie sich vorstellen. Im Spätjahr endlich schien die Hoffnungslosigkeit entschieden; aber es dauerte noch bis zum 30 Januar d. J., ehe sie, nachdem sie schon lange auf das Leben, und alle Freuden, die sie in unserer sonst glücklichen Lage hätte haben können, verzichtet hatte, von ihren Leiden erlöst wurde. Und noch kostete es harte Stürme, ehe die ungeschwächte Kraft ihres jungen Lebens zerstört war. Eine totale Abzehrung, Folge einer Verhärtung der Eingeweidedrüsen, war die Hauptursache ihres Uebels. Ich habe natürlich nicht den traurigen Zustand, in welchem sie diese lange Zeit über sich befand, zu beklagen; aber bedauern muss ich das junge Blut, das jetzt erst das Lebensglück recht zu fühlen anfing (sie war 26 J. alt), und bedauren muss ich für mich und meine Kinder, dass ich eine Freundin verloren habe, die mir unersetzlich ist. Was sie mir vor Allem aus werth machte, war ihr einfacher, offener, reiner und treuer Sinn, ihr Verstand und Liebhaberei an ernsthaften Beschäftigungen, vor allem aus aber die gänzliche Abwesenheit aller

der weiblichen Unbegreiflichkeiten, Launen oder Vorurtheile, die mir so häufig im Leben sonst aufgestossen sind. Zur Zeit, da Sie hier waren, war sie bereits kränklich, also auch weder munter noch mittheilend, — ganz anders war sie in gesunden Tagen.— Dieser Tage erhalte ich von Oeri ein wohlgearbeitetes Filarmikrometer zu meinem Fernrohr, bey welchem die Bewegung der Querfaden nicht wie gewöhnlich eingerichtet ist: Statt der gewöhnlichen Schieber sind in dem viereckigen Rahmen *abcd* zwei gabelförmige Stücke *mm* und *nn*, welche in dem Rahmen und eines in dem andern federnd gleiten, und von den Deckeln gegen das Auf- und Niederschwanken geschützt sind. Die Mikrometerschrauben gehen nach Reichenbachscher Art in aufgeschnittenen Kugeln, so dass da weder Spielraum noch Klemmung möglich ist. — Sie würden mir, mein theurer Freund! eine grosse Freude machen, wenn Sie die Güte haben wollten, mir einiges von Ihrem Thun und Befinden zu berichten.



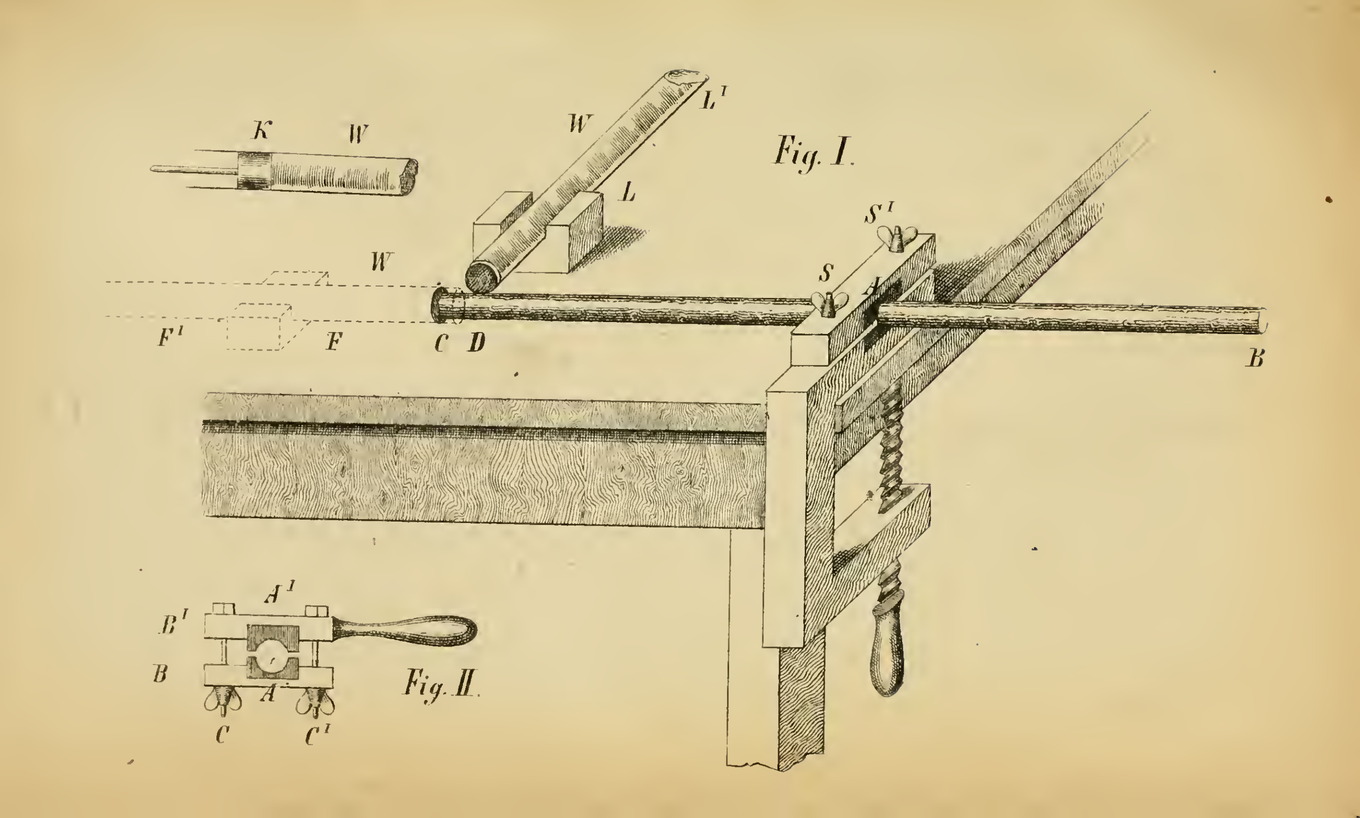
Repsold, Hamburg 1822 V 7. Ihr Verlust schmerzt mich sehr; wer frey bleibt solche Erfahrung zu machen, kann sich glücklich preisen. – Meine Absicht war früher Ihnen einen langen Brief zu schreiben, worin Sie das Resultat meiner Kreiséintheilung erfahren sollten, und desswegen zögerte ich mit meiner Antwort; aber ich bin bis jetzt noch nicht fertig geworden, eine schnelle Reise nach Copenhagen, die ich morgen frühe antreten muss, hat meine Arbeit gestört.

Horner, Zürich 1821 II 13. Es ist wahrlich hohe Zeit, dass ich Ihnen wieder einmal schreibe, wenn ich nicht Gefahr laufen soll, ganz aus Ihrem Andenken zu fallen, was mir in der That höchst kränkend wäre. Meine Verzögerung kömmt mir so unbegreiflich vor, wie seine Rechnung einem Verschwender, der nicht weiss, wie ihm sein Geld entronnen

ist. Und doch geht die Sache ganz natürlich zu. Vor zwei Jahren wollte und sollte ich Ihnen vor meiner Abreise nach Genua schreiben, konnte aber vor Eile nicht dazu kommen. Wie ich im Herbst zurück kam, hatte ich mit Heirathsprojecten zu schaffen, die zwar mit dem Neuen Jahre 1823 in Erfüllung gingen, aber mich doch noch bis im Juny in dem langweiligen Bräutigamsstande hielten. Im April aber kriegte ich ganz unvermuthet einen Anfall von Ohnmachtähnlicher Uebelkeit, der mich so zu Boden warf, wie ich noch nie in meinem Leben mich gefühlt habe, und von dessen Folgen mich weder Pyrmonter-Wasser noch Bäder, sondern erst im September eine tüchtige Fussreise in warmem Wetter befreyte. Der alte Doctor Schütz aus Hamburg wird Ihnen, indem er meine Grüsse überbrachte, mein Aussehen nicht sonderlich gerühmt haben. Jetzt bin ich, Gott sey Dank! wieder ein gut Theil besser daran; doch spüre ich wohl, dass ein fünfzigjähriger Kittel nicht mehr so stark ist, wie neues Zeug, und dass ich überhaupt im Arbeiten und Geniessen gar vorsichtig zu Werke gehen muss, wenn nicht unversehens ein unwillkommener Rückfall erfolgen soll. Ich habe übrigens Ursache mit meiner Lage wohl zufrieden zu sein. Ich bin nun in ein eigenes Haus gezogen, das ganz unerwartet meiner Frau durch Erbe zugefallen ist. Es liegt in der sog. Vorstadt auf der linken Seite des Flusses, — zwar frey stehend, aber leider im Süden durch ein anderes 15 Fuss abstehendes Haus gedeckt, — hat einen Garten von 200′ Länge und 90′ Breite, welcher jedoch nur etwa 15′ über dem See liegt, so dass ich den Horizont nicht überall frey habe. Hier habe ich denn auch endlich mir ein Stübchen zu einer Werkstatt eingerichtet, und bin nun daran, mir eine eiserne Drehbank zu bauen. Wir haben hier in Zürich eine kleine Eisengiesserey, die Stücke von ½ bis 1 Centner giesst; der Guss lässt sich feilen und drehen. Einer meiner Freunde hat kürzlich eine grosse Drehbank aus England mitgebracht, an welcher die Vorlage durch eine 7′ lange und 2″ dicke Schraube

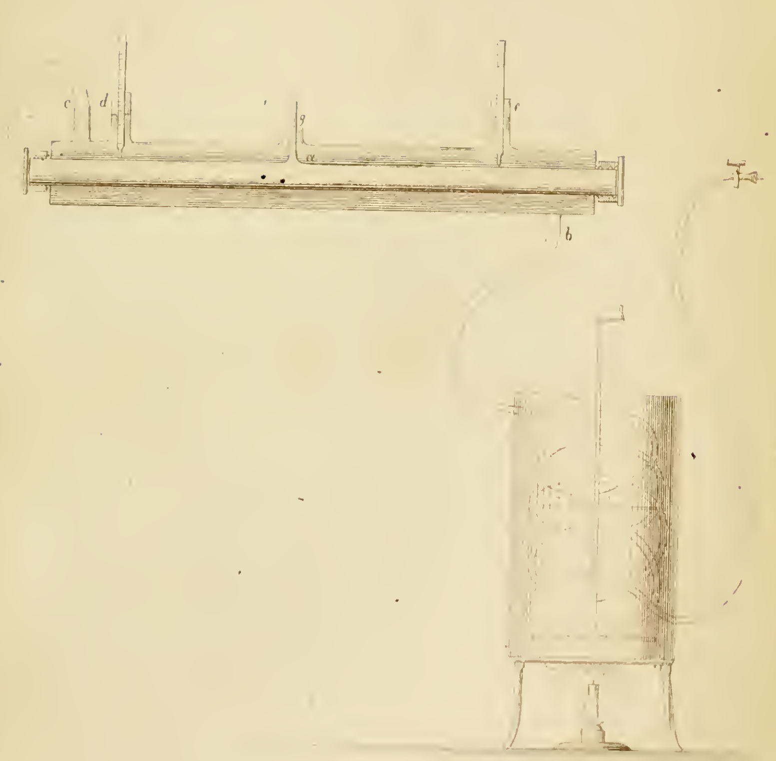
bewegt wird. Sie wird vom Wasser getrieben. — Auf meiner Reise nach Genua habe ich auf der Mailänder- und Turiner-Sternwarte schöne Instrumente gesehen, unter welchen mir der grosse Meridiankreis in Turin am Besten gefallen hat. Ueberhaupt fehlt es in Italien nicht an schönen Instrumenten; Reichenbach hat da mehrere von der grössten Gattung angebracht. Aber die Astronomen sind da nicht so fleissig wie im Norden. Sie werden aber auch zuweilen durch einen schweren Druck von oben und durch eine gefürchtete Polizey entmuthigt. So irrt der geschickte Mosotti in Europa herum, weil er sich nicht mehr getraut in Mailand zu bleiben, indem daselbst die angesehensten Leute unter dem Vorwande des Carbonarismus auf die brutalste Art arretirt und bestraft werden. Dem Plana in Turin wurde die Sternwarte für mehrere Wochen geschlossen, weil der König sich in den Kopf gesetzt hatte, man könnte ihn von der Sternwarte aus in s. Zimmer erschiessen. — Seit einiger Zeit beschäftige ich mich wieder mit der Berechnung der Beobachtungen, welche Rüppell in Afrika mit einem schlechten Spiegelsextanten von Schmalkalder macht. Und da kann ich nicht umhin den Wunsch auszusprechen, dass geschickte Künstler dieses Instrumentes sich mehr annehmen möchten, als leider der Fall ist. Ein Sextant, mit welchem man neue Bestimmungen in einem fernen Welttheile macht, ist doch gewiss für die Wissenschaft eben so wichtig als ein grosser Kreis, der ruhig auf der Sternwarte liegt. Die Spiegelinstrumente werden um so wichtiger, da man selbst mit den grossen Kreisen anfängt die Gestirne im künstlichen Horizonte zu beobachten. Sie kennen ohne Zweifel Dollond's Doppelkreis, an welchem das eine Fernrohr zur directen, das andere zur reflectirten Beobachtung dient? (Fortsetzung folgt.)

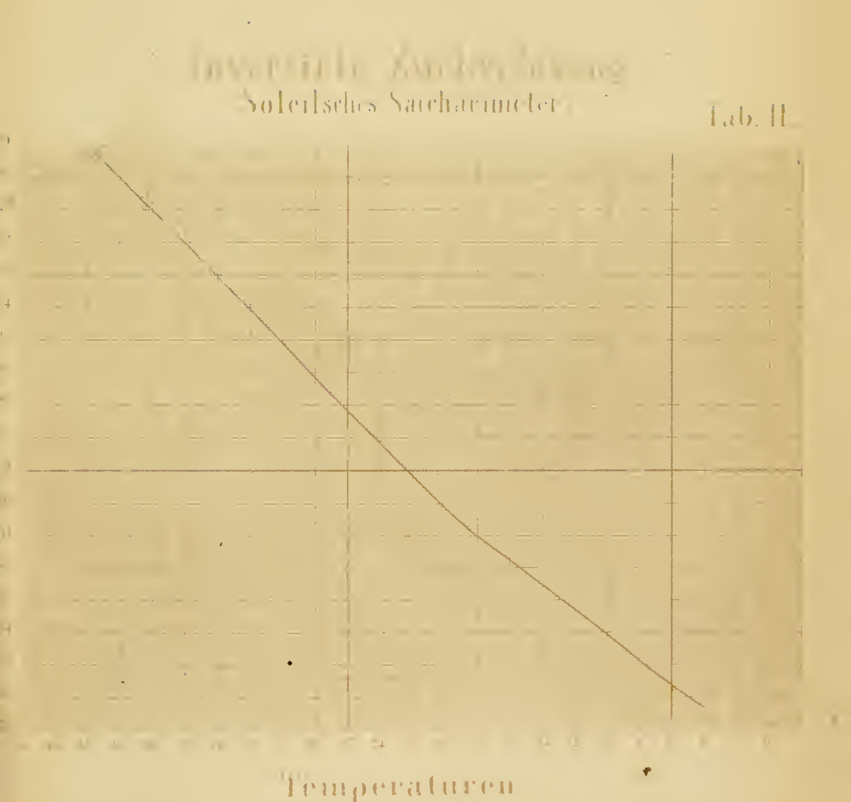
[R. Wolf.]



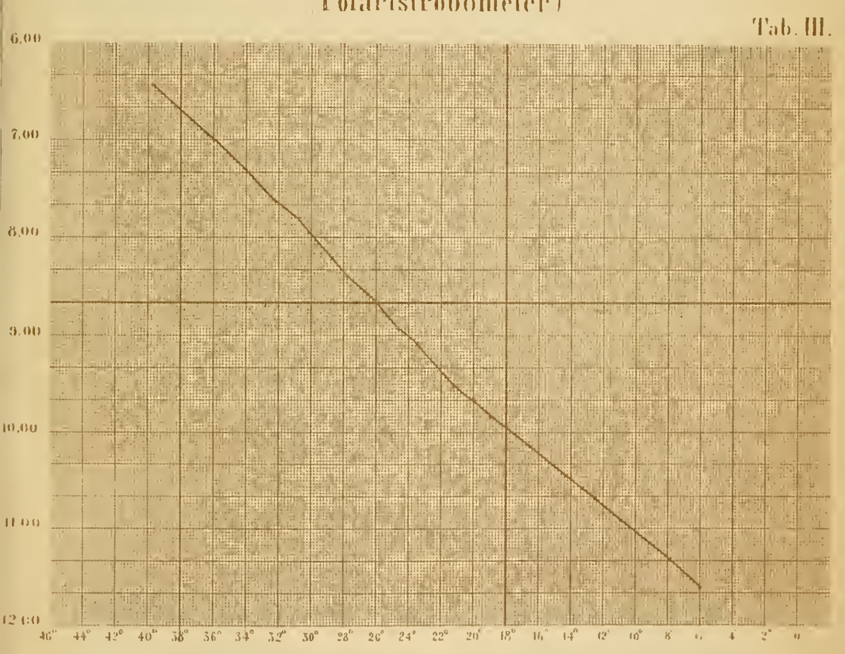
K
W
W
L¹
L
Fig. I.
S¹
S
W
F¹
F
C
D
B
A¹
B¹
B
A
C
C¹
Fig. II.

Tab. I.

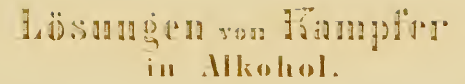



Soleil'sches Saccharimeter
Tab. II
Temperaturen

Invertirte Zuckerlösung
(Polaristrobometer)



Temperaturen.



Lösungen von Kampfer in Alkohol.

Tab. IV.

0,080
0,075
0,070
0,065
0,060
0,055
0,050
0,045
0,040
0,035
0,030
0,025
0,020
0,015
0,010
0,005

0 0,16 0,33 0,50 0,67 0,84 1,00 1,16 1,33 1,50 1,67 1,84 2,00 2,16 2,33 2,50 2,67 2,84 3,00 3,16 3,33 3,50 3,67 3,84

Werthe von Cl.

Werthe für ρ.

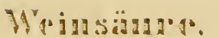


Tab. V.

11,00
10,75
10,50
10,25
10,00
9,75
9,50
9,25
9,00
8,75
8,50
8,25

2° 4° 6° 8° 10° 12° 14 16° 18° 20° 22 24 26° 28 32° 34° 36° 38° 40 44° 46°

Temperaturen.



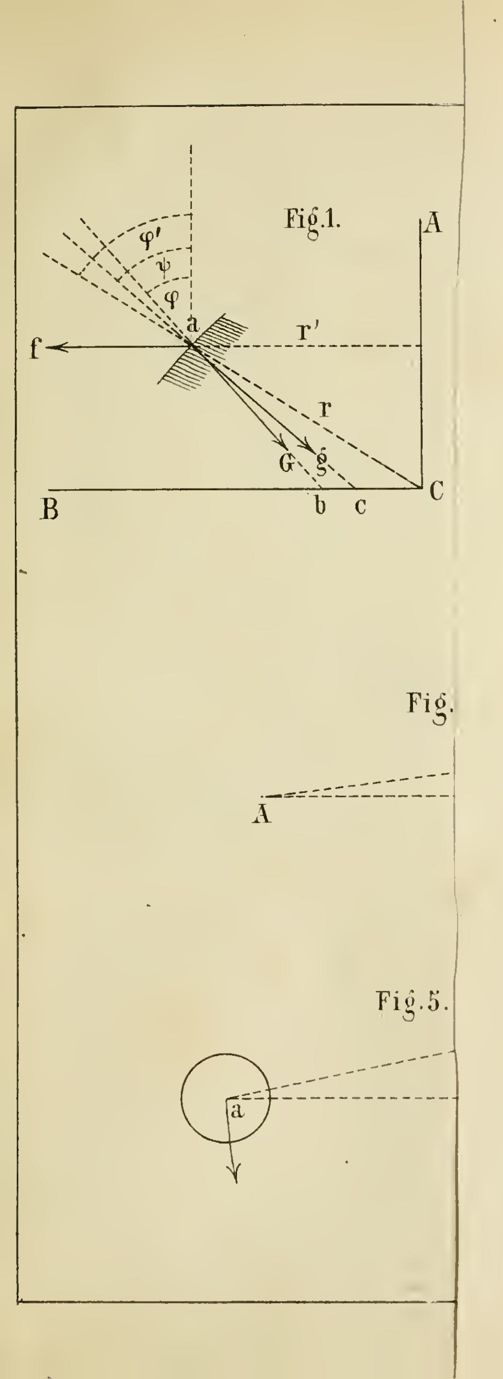


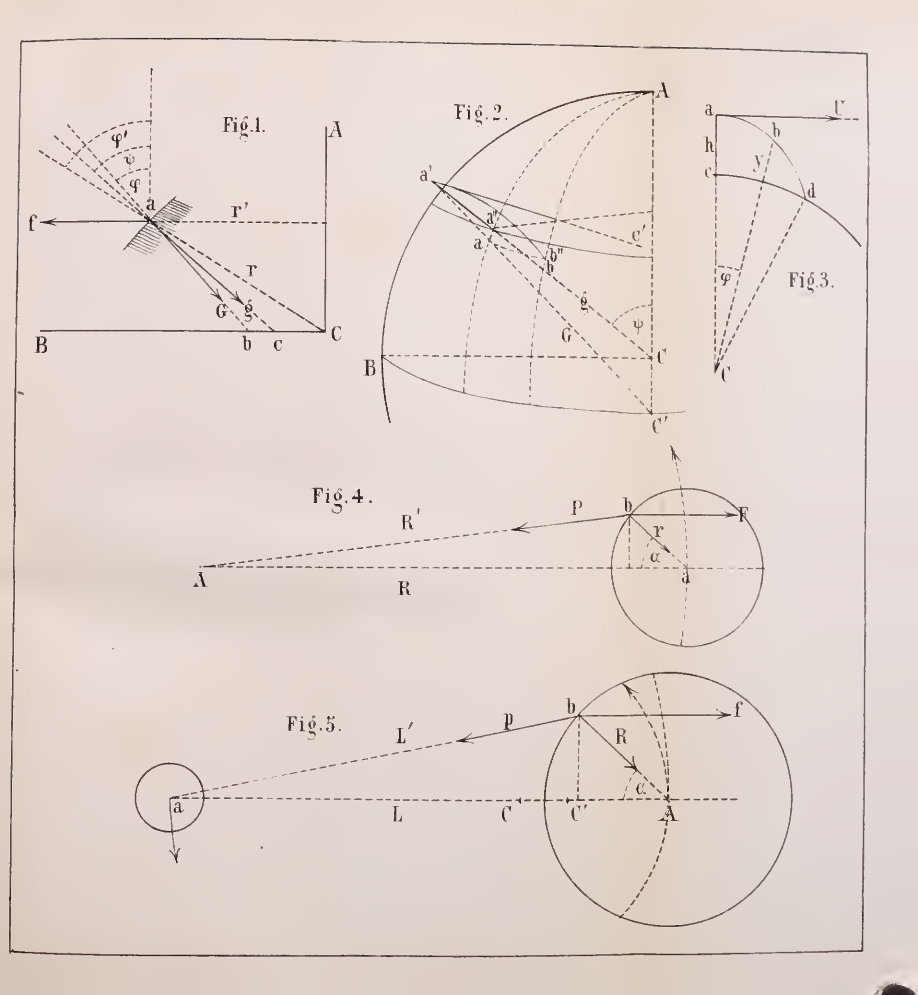
0,270
0,260
0,250
0,240
0,230
0,220
0,210
0,200
0,190
0,180
0,170
0,160
0,150
0,140
0,130
0,120
0,110
0,100

Werthe von q

1. 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2,0 2,1 2,2 2,3 2,4 2,5 2,6 2,7 2,8 2,9 3,0 3,1 3,2 3,3 3,4

Werthe von $\wp$


Fig.1.
φ'
ψ
φ
A
a
r'
f
r
G
g
C
B
b
c
Fig.
A
Fig.5.
a


Fig.1.
Fig. 2.
Fig.3.
Fig.4.
Fig.5.





